



**Dynamisches
Simulationsprogramm
zur Auslegung und
Optimierung von
thermischen
Solaranlagen**

**SOL[®]
*
T**

**Version 4.x
Professional**

VALENTIN
ENERGIESOFTWARE

Benutzerhandbuch

T*SOL[®]

Version 4.x

Ein Windows[™]-Programm zur Auslegung und Simulation thermischer Solaranlagen

Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben sind ohne Gewähr.
Die Programmentwickler gehen hiermit keinerlei Verpflichtungen ein.

Die in diesem Handbuch beschriebene Software wird auf Basis des Lizenzvertrages, den Sie mit der Installation des Programmes anerkennen, geliefert.

Es sind daraus keine Haftungsansprüche ableitbar.

Das Anfertigen von Kopien des Handbuchs ist untersagt.

Berlin, Januar 2004

COPYRIGHT © 1993-2004 Dr.-Ing. Gerhard Valentin

VERTRIEB: DR VALENTIN ENERGIESOFTWARE GMBH

Internet: <http://www.valentin.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Programmkonzept.....	1
1.1	Warum T*SOL®?	1
1.2	Leistungsumfang.....	1
1.2.1	Überblick	1
1.2.2	Anlagenkonfiguration	1
1.2.3	Simulation und Ergebnisse	2
1.2.4	Wirtschaftlichkeitsberechnung	2
1.2.5	Mitgelieferte Bibliotheken	2
2	Installation.....	3
2.1	Voraussetzungen an Hard- und Software	3
2.2	Programminstallation	3
3	Berechnungsgrundlagen.....	5
3.1	Energiebilanz	5
3.2	Strahlungsprozessor	6
3.3	Weitere Berechnungsgrundlagen.....	6
3.3.1	Verbrauch an Primärenergien	6
3.3.2	Berechnung der CO ₂ -Emissionen	6
3.3.3	Nutzungsgrade und Deckungsanteil	7
3.3.4	Speichermodell und -betrieb	9
3.3.5	Ein- und Ausspeisung	9
3.4	Wirtschaftlichkeitsberechnung	9
3.5	Schwimmbadberechnung	10
4	Bedienungshinweise.....	13
4.1	Benutzeroberfläche	13
4.2	Allgemeine Festlegungen	15
4.3	Anlagensysteme	16
4.3.1	Grundversion.....	16
4.3.2	Schwimmbadmodul.....	19
4.3.3	SysCat-Modul.....	21
4.4	Projekte bearbeiten.....	23

5	Kurzanleitung.....	25
5.1	Allgemeine Hinweise zur Auslegung.....	25
5.2	Anlegen eines neuen Projekts (Menü Datei).....	25
5.3	Auslegungsassistent (Menü Berechnungen).....	26
5.4	Systemauswahl (Menü System).....	26
5.5	Eingabe der Systemparameter (Menü Parameter)	27
5.6	Anlegen einer neuen Variante (Menü Datei).....	28
5.7	Simulation (Menü Berechnungen).....	28
5.8	Wirtschaftlichkeitsberechnung (Menü Berechnungen).....	29
5.9	Ergebnisse auswerten (Menü Ergebnisse)	30
6	Beispiele.....	33
6.1	Anwendung des Auslegungs-Assistenten	33
6.1.1	Anlegen eines neuen Projektes	33
6.1.2	Systemauswahl	35
6.1.3	Definition der Verbraucher	36
6.1.4	Kollektorfeld festlegen.....	37
6.2	Typ A: Einspeicheranlage zur solaren Warmwasserbereitung.....	39
6.2.1	Anlegen einer neuen Variante.....	40
6.2.2	Parametrierung	41
6.2.3	Simulation	45
6.2.4	Auswertung	45
7	Anlagenparametrierung.....	49
7.1	Vorgaben	49
7.1.1	Wetterdatei.....	49
7.1.2	Warmwasserverbraucher.....	50
7.1.3	Heizwärmebedarf.....	52
7.1.4	Hauptdialog	53
7.2	Standardanlagen.....	54
7.2.1	A1 - Warmwassersysteme mit bivalentem Speicher.....	54
7.2.2	A2 - Warmwassersysteme (2 Speicher).....	54
7.2.3	A3 - Warmwassersysteme mit Heizungspufferspeicher.....	55

7.2.4	A4 - Warmwassersysteme (2 Speicher) mit Heizungspufferspeicher	56
7.2.5	A5 - Kombispeichersysteme	57
7.2.6	A6 - Pufferspeichersysteme	57
7.3	Komponenten der Standardanlagen	58
7.3.1	Anbindung Kollektorkreis	58
7.3.2	Kollektorfeld	59
7.3.3	Kollektor	62
7.3.4	Verschattung	63
7.3.4.1	Horizont	64
7.3.4.2	Verschattung durch einzelne Objekte	66
7.3.4.3	Verschattungsdateien.....	67
7.3.5	Speicher	67
7.3.5.1	Monovalenter Warmwasserspeicher	68
7.3.5.2	Bivalenter Warmwasserspeicher	70
7.3.5.3	Kombispeicher	71
7.3.5.4	Heizungspufferspeicher	72
7.3.5.5	Pufferspeicher mit externem Wärmetauscher	73
7.3.5.6	Warmwasserspeicher mit externem Wärmetauscher	74
7.3.6	Zusatzheizung	75
7.3.7	Heizkreis	76
7.3.8	Externer Wärmetauscher	77
7.3.9	Warmwasserbereitung	77
7.3.9.1	Legionellenschaltung	78
7.4	Anlagen mit Schwimmbad	79
7.4.1	B1 - Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme	79
7.4.2	B3 - Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme mit Heizungspufferspeicher	80
7.4.3	B5 - Schwimmbad- und Kombispeichersysteme für Warmwasser und Heizung	81
7.4.4	B6 - Schwimmbadsysteme	81
7.5	Komponenten für Schwimmbadanlagen	82
7.5.1	Anbindung Kollektorkreis	82
7.5.2	Schwimmbad	83

7.6	SysCat-Großanlagen	86
7.6.1	C1 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Solar- und Bereitschaftsspeicher.....	86
7.6.2	C2 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Bereitschaftsspeicher.....	87
7.6.3	C3 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Bereitschaftsspeicher und Wärmeübertrager.....	87
7.6.4	C4 - Großanlagensystem für Warmwasser und Heizung mit Zusatzheizung im Durchlauf.....	88
7.7	Komponenten für SysCat-Großanlagen.....	89
7.7.1	Warmwasserbereitung	89
7.7.1.1	Bivalente Warmwasserbereitung mit solarer Vorwärmung des Frischwassers	89
7.7.1.2	Bivalente Warmwasserbereitung mit einem Warmwasserspeicher	90
7.7.1.3	Bivalente Warmwasserbereitung mit einem solaren Vorwärmerspeicher und Nachheizung im WW-Bereitschaftsspeicher	91
8	Grafikausgabe	93
8.1	Formatieren der Grafikausgabe	93
8.2	Beschreibung der Oberfläche	93
8.2.1	Legenden-, Titel- und Koordinatenfeld.....	93
8.2.2	Symbolleiste.....	94
8.3	Menü der Grafikausgabe	95
8.3.1	Kurven.....	95
8.3.2	Achsen	95
8.3.3	Anzeigen	97
8.3.4	Optionen.....	97
8.3.5	Tabelle	97
Anhang		99
Glossar.....		99
Liste der wählbaren Parameter		106
Kollektorliste		110
Literatur zum Thema Solarthermie		118
Index		1

1 Programmkonzept

1.1 Warum T*SOL®?

T*SOL® ist ein Programm zur Auslegung und Simulation thermischer Solaranlagen im Bereich der Warmwasserbereitung, der Heizungsunterstützung und der Schwimmbadheizung.

Mit diesem Programm wird dem Planer ermöglicht, den Einfluss der einzelnen Anlagenteile auf das Betriebsverhalten einer thermischen Solaranlage zu untersuchen. Alle Systemparameter lassen sich mit Hilfe der Benutzeroberfläche schnell ändern.

Die Ergebnisse der Simulation können sowohl tabellarisch als auch graphisch ausgewertet werden. T*SOL® ist somit ein gutes Werkzeug bei der Planung einer thermischen Solaranlage.

1.2 Leistungsumfang

1.2.1 Überblick

- Simulation von thermischen Solaranlagen zur Trinkwasserversorgung und Heizungsunterstützung über einen frei wählbaren Zeitraum bis zu einem Jahr
- Auslegung (Optimierung von Kollektorfläche und Speichervolumen) nach entsprechenden Vorgaben
- Einfluss von Teilverschattung durch Horizont und andere Objekte (Häuser, Bäume usw.)
- Grafische und tabellarische Eingabe der Verschattung
- Auslegungsassistent mit automatischer Anlagenoptimierung
- Umfangreiche Komponenten-Bibliotheken
- Problemlose Gegenüberstellung mehrerer Anlagen durch parallele Variantenbearbeitung innerhalb eines Projektes
- Berücksichtigung von Warmwasser-Verbrauchsprofilen
- Nachbildung von Radiator- und Fußbodenheizung möglich
- Bilanzierung von Energien, Schadstoffemissionen und Kosten
- Berechnung der üblichen Bewertungsgrößen für thermischen Solaranlagen, wie Systemnutzungsgrad, Deckungsanteil usw.
- Umfangreiche Ergebnispräsentationen in Berichten und Grafiken
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Anlage nach erfolgter Jahressimulation
- Online-Hilfe

1.2.2 Anlagenkonfiguration

In der Grundversion haben Sie die Wahl zwischen den gebräuchlichen Anlagenschemata.

Mit dem zusätzlich angebotenen Schwimmbadmodul können Frei- und Hallenbäder in den solaren Kreislauf eingebunden werden.

In dem Zusatzmodul SysCat werden die Anlagen des standardisierten SysCat-Katalogs großer Solaranlagen (Solarthermie 2000) in T*SOL® integriert.

Die Anlagenkomponenten (Kollektoren, Kessel, Speicher, aber auch Verbrauchsprofile) werden als Einheiten aus Bibliotheken geladen.

Der Auslegungsassistent unterstützt Sie bei der Erstellung einer Variante. Er führt eine automatische Anlagenoptimierung durch.

In T*SOL® werden neben der Horizontalverschattung auch Verschattungen durch nahegelegene Objekte gerechnet. Für die Objekte können zeitabhängig unterschiedliche Durchlässigkeiten (z.B. für Laub bei Bäumen) berücksichtigt werden.

1.2.3 Simulation und Ergebnisse

Die Berechnung basiert auf der Bilanzierung der Energieströme und liefert mit Hilfe von stündlichen meteorologischen Eingangsdaten Ertragsprognosen.

T*SOL® berechnet die vom Solarsystem zur Warmwasserbereitung und Heizung abgegebenen Energien sowie die jeweiligen Deckungsanteile.

Die Ergebnisse werden gespeichert. Sie können über Grafiken, einen ausführlichen Projektbericht oder in einer Ergebnisübersicht (Kurzbericht) präsentiert werden. Die Grafik zeigt den Verlauf von Energien und anderen Größen in beliebiger Auflösung und kann als Tabelle in Textformat abgespeichert werden und über die Zwischenablage mit anderen Programmen kommunizieren.

Durch Variation einzelner Anlagenparameter kann die optimale Anlagenkonfiguration gefunden werden.

1.2.4 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Nach einer Jahressimulation kann eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für die aktuelle Variante durchgeführt werden.

Unter Berücksichtigung der Anlagenkosten und eventuellen Förderung werden Wirtschaftlichkeitsparameter wie z.B. Kapitalwert, Annuitäten und Wärmepreis berechnet und in einem Bericht ausgegeben.

1.2.5 Mitgelieferte Bibliotheken

Mit dem Programm werden Ihnen umfangreiche Bibliotheken geliefert für:

- Kollektoren
- Kessel
- Speicher

Damit Sie immer auf dem Laufenden sind, empfehlen wir Ihnen, für T*SOL® einen Pflegevertrag abzuschließen. Sie erhalten dann regelmäßig Updates sowie überarbeitete Bibliotheken zugesandt.

2 Installation

2.1 Voraussetzungen an Hard- und Software

T*SOL® ist eine WINDOWS™-Anwendung. Sie benötigen eines der Betriebssysteme Windows 95, Windows 98, Windows ME, Windows NT oder Windows 2000.

T*SOL® benötigt mindestens 32 MB RAM. Bei kleinerem Arbeitsspeicher ist die Lauffähigkeit nicht mehr gewährleistet.

Empfohlene Konfiguration:

- 400 MHz Pentium-PC
- 64 MB RAM Arbeitsspeicher
- VGA-Farbbildschirm (mind. 800x600, 16 Bit Farbtiefe)
- Maus
- Diskettenlaufwerk
- CD-Laufwerk
- Grafikfähiger Drucker

Das vollständig installierte Programm benötigt ca. 40 MB Festplattenspeicher. Jeder zusätzliche Wetter-Datensatz benötigt 5 MB. Für die Installation sind ca. 50 MB freier Festplattenspeicher erforderlich.

Sie benötigen zur Ausführung von T*SOL® vollständige Rechte (Vollzugriff) auf das T*SOL®4.0 Installationsverzeichnis.

T*SOL® übernimmt die unter Windows in den Ländereinstellungen der Systemsteuerung definierten Formate für Währung, Zahlen, Zeit und Datum. Diese Formate erscheinen auch in den Ausdrucken. Wichtig für die Lauffähigkeit des Programms ist es, dass das Tausender- und das Dezimaltrennzeichen unterschiedlich sind.

Sie sollten die Anzeige Ihres Monitors über die Windows-Systemsteuerung auf *Kleine Schriftarten* setzen.

2.2 Programminstallation

Schließen Sie vor der Installation alle Programme.

Zur Installation der Vollversion benötigen Sie eine CD und die Lizenzdiskette, die nicht kopiert werden kann, bzw. den Freischaltungscode.

Der Start des Installations-Programms erfolgt automatisch nach Einlegen der CD in das CD-Laufwerk. Sollten dabei Probleme auftreten, öffnen Sie das Installations-Programm über den Windows-Explorer mit einem Doppelklick auf start.exe im Ordner CD-Laufwerk.

Folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogramms. Sie können den Pfad der Installation frei wählen.

Wenn Sie das Programm das erste Mal starten, erhalten Sie eine Abfrage zur Lizenzierung!

Für die Lizenzierung der Vollversion legen Sie nach Aufforderung die Lizenzdiskette in das Laufwerk. Ohne diese Diskette können Sie das Programm lediglich als Demoversion benutzen.

Sie können Ihren Namen oder Ihre Firmenbezeichnung in zwei Zeilen á 30 Buchstaben eintragen. Auf allen T*SOL®-Ausdrucken erscheinen diese zwei Zeilen in den Kopfzeilen.



Als Programm-Icon wird nebenstehendes Bild verwendet. Es erscheint nach der Installation im Windows-Startmenü.

Die Einzelplatzversion von T*SOL® kann nur lokal installiert werden. Da Sie die Bibliotheks- und Projektdateien unter beliebigen Pfaden abspeichern können und im Programm die Pfade als Standard-Pfade einstellen können, ist es jedoch möglich, Teile des Programms auf andere Festplatten zu verschieben.

Wenn das gesamte Programm im Netz installiert werden soll, benötigen Sie eine Netzwerkversion von T*SOL®.

3 Berechnungsgrundlagen

3.1 Energiebilanz

Zur Berechnung der Zustands- bzw. Temperaturveränderungen während eines Simulationsintervalls wird eine Bilanz der thermischen Energie gebildet. Mathematisch bedeutet dies die numerische Lösung eines Differentialgleichungssystems.

$$\text{Temperaturänderung} = \frac{\text{Summe aller zu- und abgeführten Energien}}{\text{Summe aller Wärmekapazitäten}}$$

Bilanzierung heißt, dass die Summe aus allen zugeführten Energien, den abgeführten Energien sowie der Speicherung von Energie durch die Wärmekapazität der Anlagenkomponenten gleich Null sein muss. Diese Bilanzierung geschieht nicht pauschal für die gesamte Anlage, sondern für die einzelnen Anlagenkomponenten:

- Kollektor
- Kollektorkreis
- Wärmetauscher
- Unbegrenzt viele Schichten bei den Speichern mit Schichtenladung

Für jede dieser Komponenten wird die Temperaturänderung mit obiger Formel auf der Grundlage der zu- und abgeführten Energien und der Wärmekapazitäten der jeweiligen Komponente berechnet.

Zugeführte Energien können sein (je nach Komponente):

- Einstrahlung,
- Wärmezufuhr am Wärmetauscher,
- Wärmetransport durch Massenstrom aufgrund des Verbrauchs oder der Zirkulation,
- Durchmischung der Schichten eines Speichers.

Abgeführte Energien können sein:

- Wärmeverluste durch Abstrahlung am Kollektor (quadratischer Durchgangskoeffizient),
- Wärmeverluste an der Dämmung des Kollektors, der Rohrleitungen (Kollektorkreis oder Zirkulation), der Armaturen oder der Speicher,
- Wärmeübertragung am Wärmetauscher,
- Wärmetransport durch Massenstrom aufgrund des Verbrauchs oder der Zirkulation,
- Durchmischung der Schichten eines Speichers.

Die **Wärmekapazitäten** folgender Komponenten werden berücksichtigt:

- Kollektor
- Rohrleitungen des Kollektorkreises

- Speicherinhalte

3.2 Strahlungsprozessor

In den mitgelieferten Wetterdateien liegt die Einstrahlung in Watt pro Quadratmeter Bezugsfläche auf die Horizontale vor. Diese wird vom Programm während der Simulation auf die geneigte Fläche umgerechnet und mit der Gesamtbezugsfläche multipliziert.

Hierzu muss die Strahlung in einen diffusen und direkten Strahlungsanteil aufgeteilt werden. Diese Aufteilung geschieht nach dem Strahlungsmodell von Reindl mit reduzierter Korrelation. [Reindl, D.T.; Beckmann, W. A.; Duffie, J.A. : Diffuse fraction correlations; Solar Energy; Vol. 45; No. 1, S.1.7; Pergamon Press; 1990]

Anschließend werden diese in die Einstrahlung auf die geneigte Fläche umgerechnet, wobei das anisotrope Himmelsmodell von Hay und Davis benutzt wird. [Duffie, J.A.; Beckmann, W.A.: Solar engineering of thermal process; John Wiley & Sons, USA; zweite Auflage; 1991]

Dieses Modell berücksichtigt den Anisotropiefaktor für die zirkumsolare Strahlung und den Bodenreflektionsfaktor ($= 0,2$).

Die Einstrahlung auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) wird aus der Bestrahlungsstärke (W/m^2) auf die Horizontale berechnet:

Aufgrund des Datums, der Uhrzeit und der geographischen Breite ergibt sich die Sonnenhöhe und der Sonnenazimut.

Aufgrund der Sonnenhöhe, des Sonnenazimutwinkels, des Kollektoraufstellwinkels und des Kollektorazimutwinkels wird die Stellung der Sonne zur Kollektorfläche ermittelt. Hiermit lässt sich der direkte Anteil der Sonnenstrahlung auf die Horizontale in den direkten Anteil der Sonnenstrahlung bezogen auf den Kollektor unter Berücksichtigung der Bezugsfläche umrechnen. Die Stellung der Sonne zur Kollektorfläche wird auch bei der Berechnung der reflektierten Strahlung (siehe Winkelkorrekturfaktor in der Kollektorgleichung) benötigt.

3.3 Weitere Berechnungsgrundlagen

Aus den Temperaturen und den Energieströmen des Systems lassen sich Verbrauchswerte, Nutzungsgrade, Deckungsanteile und andere Kenngrößen errechnen.

3.3.1 Verbrauch an Primärenergien

Aus der am Wärmetauscher der Zusatzheizung übertragenen Energie wird über das Wärmeäquivalent und den Wirkungsgrad der Zusatzheizung der Einsatz an Energieträgern je nach Energieart (Erdgas, Öl, Holzpellets, Fernwärme) berechnet. Der Wirkungsgrad der Zusatzheizung wird in Abhängigkeit von der Rücklauftemperatur bestimmt, damit werden die unterschiedlichen Wirkungsgrade bei unterschiedlicher Auslastung des Heizsystems nachgebildet.

3.3.2 Berechnung der CO₂-Emissionen

In der Zusammenfassung der Ergebnisse werden die durch die Solaranlage eingesparten CO₂-Emissionen berechnet. Dazu ist es notwendig zu wissen, welche Form von Primärenergie durch die Solaranlage eingespart wird. Zur Berechnung der CO₂-Emissionen eines Heizsystems

werden Emissionsfaktoren je nach Energieträger verwendet. Folgende Emissionsfaktoren werden in T*SOL® benutzt:

Energieträger	Heizwert	Emissionen g CO ₂ /kJ
Öl	36722 kJ/l	7,32748
Gas	41100 kJ/m ³	5,14355
Fernwärme		5,14355
Holzpellet	15490 kJ/kg	CO ₂ -neutral

Tab. 3.1 Heizwerte und Emissionsfaktoren

3.3.3 Nutzungsgrade und Deckungsanteil

Der Kollektorkreisnutzungsgrad ist wie folgt definiert:

$$\text{Kollektorkreisnutzungsgrad} = \frac{\text{vom Kollektorkreis über den Wärmeübertrager abgegebene Energie}}{\text{auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahlte Energie}}$$

Der Systemnutzungsgrad ist wie folgt definiert:

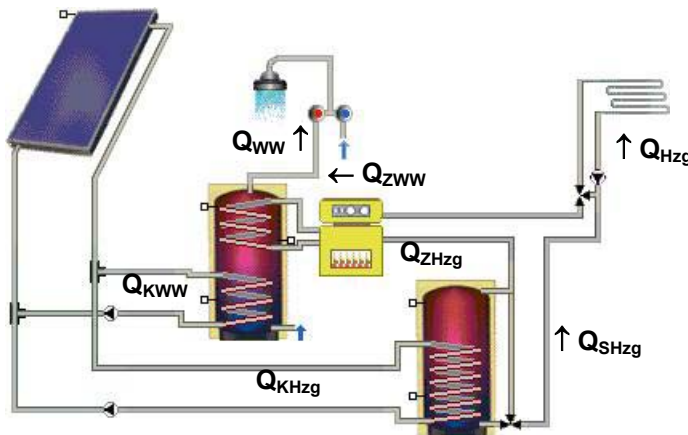
$$\text{Systemnutzungsgrad} = \frac{\text{vom Solarsystem abgegebene Energie}}{\text{auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahlte Energie}}$$

Die **vom Solarsystem abgegebene Energie** besteht aus der Energie, die vom Solarspeicher (aufgrund des Verbrauchs und einer eventuell in den Solarspeicher geregelt rückgeführten Zirkulation) an den Bereitschaftsspeicher abgegeben wird. Da bei einigen Systemen (Einspeichermodell, z.B. bivalenter Speicher oder der nachgeheizte Pufferspeicher) keine Trennung zwischen Solar- und Bereitschaftsspeicher gemacht wird, lässt sich der Systemnutzungsgrad dort nicht ermitteln. Die Speicherverluste gehen somit zu Lasten der Nachheizung.

Der Deckungsanteil ist wie folgt definiert:

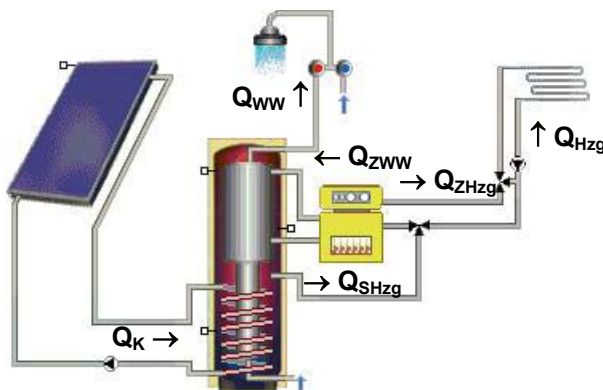
$$\text{Deckungsanteil} = \frac{\text{dem Bereitschaftsspeicher vom Solarsystem zugeführte Energie}}{\text{Summe der dem Bereitschaftsspeicher zugeführten Energien (Solarsystem + Nachheizung)}}$$

Für eine Solaranlage mit bivalentem Speicher (int. Wärmetauscher) zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung gilt:



$$\begin{aligned}\text{Deckungsanteil gesamt} &= \frac{Q_{KWW} + Q_{SHzg}}{Q_{KWW} + Q_{SHzg} + Q_{ZWW} + Q_{ZHzg}} \\ \text{Deckungsanteil WW} &= \frac{Q_{KWW}}{Q_{KWW} + Q_{ZWW}} \\ \text{Deckungsanteil Heizung} &= \frac{Q_{SHzg}}{Q_{SHzg} + Q_{ZHzg}}\end{aligned}$$

Für eine Solaranlage mit Kombispeicher erfolgt die Berechnung folgendermaßen:



$$\begin{aligned}\text{Deckungsanteil gesamt} &= \frac{Q_K}{Q_K + Q_{ZWW} + Q_{ZHzg}} \\ \text{Deckungsanteil WW} &= \frac{Q_K - Q_{SHzg}}{Q_K - Q_{SHzg} + Q_{ZWW}} \\ \text{Deckungsanteil Heizung} &= \frac{Q_{SHzg}}{Q_{SHzg} + Q_{ZHzg}}\end{aligned}$$

Indizes:

- K Kollektorkreis
- Z Zusatzheizung
- S Solarertrag nach dem Speicher (netto)
- Hzg Heizkreis
- WW Warmwasser (einschließlich Zirkulation)

Die **Energielieferung zur Trinkwarmwassererwärmung** ist die Energie, die benötigt wird, um das Kaltwasser auf die Temperatur des gezapften Trinkwarmwassers zu erwärmen. Verluste des Speichers oder der Zirkulation werden hierbei nicht berücksichtigt.

Der **eingesetzte Brennstoff** ist die Menge Brennstoff, die benötigt wurde, um den Bereitschaftsspeicher bzw. den Bereitschaftsteil des Speichers auf Solltemperatur nachzuheizen. Dabei werden die Wärmeverluste des Speichers und der Kesselnutzungsgrad berücksichtigt.

3.3.4 Speichermodell und -betrieb

Das **Schichtspeichermodell** arbeitet mit Speicherschichten variabler Dicke, also auch variablen Volumens, deren Anzahl je nach Betriebszustand variieren kann. Die Anzahl der Schichten wird nicht vorgegeben, sondern es werden während des Simulationsdurchlaufs neue Schichten gebildet und die Schichtdicke verändert. Dies geschieht durch die Ein- und Ausspeisung von Wasservolumina und die Durchmischung von Temperaturschichten, falls die Temperaturschichtung lokal umgekehrt ist. Die minimale Schichtdicke wird durch zwei Parameter bestimmt: Eine Schicht kann nicht weniger als 1 % des gesamten Speichervolumens enthalten, ferner muss eine Temperaturdifferenz zwischen den Schichten existieren.

3.3.5 Ein- und Ausspeisung

Der Kaltwasserzulauf befindet sich immer in der untersten Speicherschicht, Trinkwarmwasser wird grundsätzlich aus der obersten Schicht gezapft. Die Ein- und Auslässe der internen Wärmetauscher sind durch die gewählten Speicher vorgegeben und werden in der Speicherdarstellung auf der T*SOL[®]-Oberfläche richtig dargestellt, ebenso die zugehörigen Höhen der Temperaturfühler zur Regelung des Kollektorkreises und der Zusatzheizung.

3.4 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung in T*SOL[®] nach der Barwertmethode beruht auf folgenden Formeln:

$$\begin{aligned} \text{Investitionskosten} &= \text{Anlagenkosten} - \text{Förderung} \\ \text{jährl. Betriebskosten} &= \text{Pumpenleistung} * \text{Laufzeit} * \text{Stromkosten} \end{aligned}$$

Der Barwert (BW) einer preisdynamischen Zahlungsfolge $Z, Z^*r, Z^*r^2, \dots$ über T Jahre (Lebensdauer) nach VDI 2067 ist:

$$\begin{aligned} \text{Barwert BW} &= Z * b(T, q, r) \\ \text{Barwertfaktor } b(T, q, r) &= \begin{cases} \frac{1 - (r/q)^T}{q - r} & \text{für } r < q \\ T / q & \text{für } r = q \end{cases} \\ q: & \text{Kapitalzinsfaktor (z.B. 1,08 bei 8\% Kapitalzins)} \\ r: & \text{Preisänderungsfaktor (z.B. 1,1 bei 10\% Preisänderung)} \end{aligned}$$

Für den Kapitalwert der Gesamtinvestition gilt:

$$\begin{aligned} &\text{Kapitalwert der Gesamtinvestition} \\ &= \sum [\text{BW der preisdynamischen Zahlungsfolgen über die Lebensdauer}] \\ &\quad - \text{Investitionen} \\ &\quad + \text{Förderungen} \end{aligned}$$

Die Amortisationszeit ist der Zeitraum, den die Anlage laufen muss, um für die Investition einen Barwert von Null zu erbringen. Amortisationszeiten größer als 40 Jahre werden nicht ausgegeben.

Für die Berechnung des Wärmepreises wird der Barwert der Kosten ermittelt:

$$\text{BW der Kosten} = \text{Investition} + \text{BW der Betriebs- und Wartungskosten}$$

Wandelt man den BW der Kosten in eine konstante Zahlungsfolge ($r = 1$) über die Lebensdauer um, so gilt für diese Folge Z :

$$Z = \text{BW der Kosten} / b(T, q, r)$$

Für $r = 1$ wird $1/b(T, q, r)$ zum Annuitätsfaktor $a(q, T) = q^T * (q - 1) / (q^T - 1)$ (ebenfalls nach VDI 2067).

Der Wärmepreis ist dann:

$$\text{Wärmepreis} = \text{Jährliche Kosten } Z / \text{Jahresenergieertrag}$$

3.5 Schwimmbadberechnung

Das Schwimmbad wird als 1-Schichtenspeicher unter Berücksichtigung folgender Gewinne und Verluste gerechnet:

- Verdunstungsverluste an der Oberfläche
- Konvektionsverluste an der Oberfläche
- Transmissionsverluste an der Beckenwand
- Einstrahlungsgewinne an der Oberfläche
- Reflexionsverluste an der Oberfläche
- Wärmeabstrahlung an der Oberfläche
- Frischwasserzufuhr infolge der Verdunstung, des Beckenaustrags und der Filterreinigung

Der Schwimmbadwärmebedarf wird - sofern eine Nachheizung vorhanden ist - als Summe der vom Solarsystem und von der Nachheizung an das Schwimmbad abgegebenen Energien definiert. Mit Hilfe des Schwimmbadwärmebedarfs wird die Deckung Schwimmbad als solarer Anteil hiervon definiert.

Bei Bädern ohne Nachheizung kann die Solltemperatur u.U. nicht erreicht werden. Der Schwimmbadwärmebedarf kann somit nicht über die Simulation ermittelt werden. Als Deckung Schwimmbad wird in diesem Fall der prozentuale Anteil der Zeit, in der die Schwimmbadtemperatur über der Solltemperatur liegt, an der gesamten Betriebszeit definiert.

Eine Deckung von 100 % bedeutet, dass die Temperatur des Beckens während der gesamten Betriebszeit erreicht oder überschritten wurde. Da das Becken sich auch ohne Solarsystem und ohne Nachheizung aufgrund der Einstrahlung und warmer Umgebungstemperaturen erwärmen kann, ergibt sich auch dann ein positiver Deckungsanteil.

Die Deckung Schwimmbad und - bei vorhandener Nachheizung - der Schwimmbadwärmebedarf werden im Projektbericht ausgewiesen.

4 Bedienungshinweise

4.1 Benutzeroberfläche

Das Programm T*SOL® wird über das WINDOWS™-typische Menü oder die Symbolleisten am oberen und linken Bildschirmrand bedient.

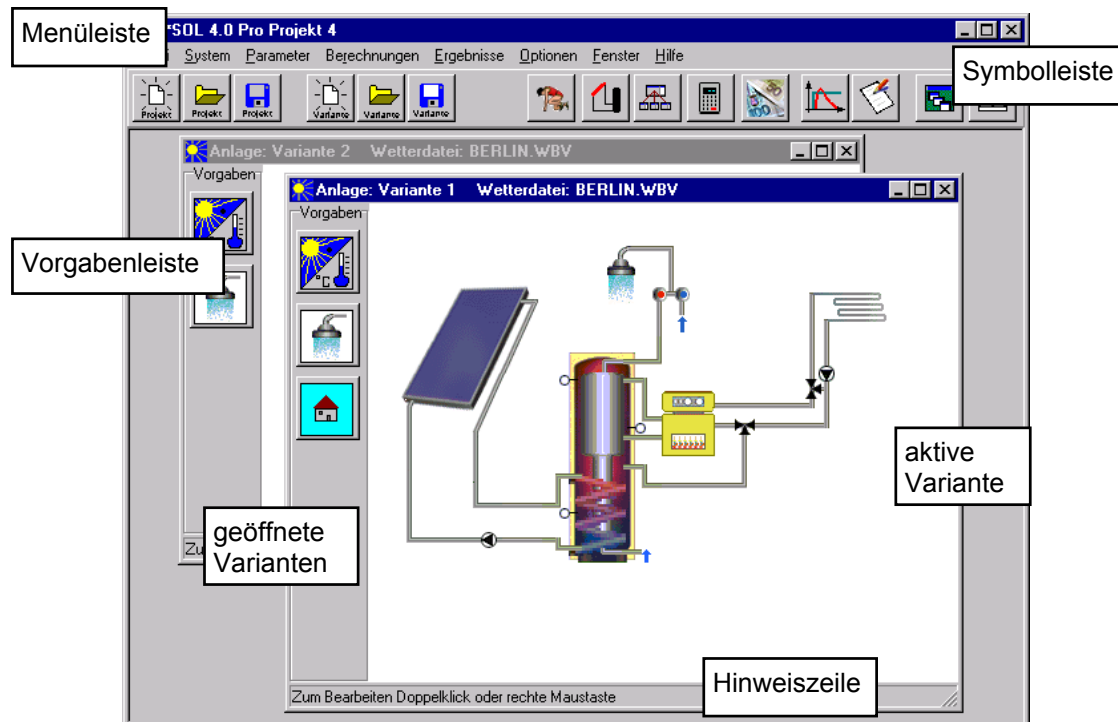


Bild 4.1.1 T*SOL®-Programmoberfläche

Auf der Oberfläche des Programms ist unter der Menüleiste eine Symbolleiste und auf jeder Variante die Vorgabenleiste sichtbar. Über die Schaltflächen dieser Leisten (Speed-Buttons) sind die Menübefehle, die Sie am häufigsten benutzen werden, schneller mit der Maus ansprechbar.

Die Bedeutung der Symbole wird durch die sogenannten Hints sichtbar gemacht. Dazu stellen Sie den Cursor auf das Bild des Buttons und nach kürzester Zeit erscheint ein gelb hinterlegter Hilfetext.

Jede ausgewählte Anlagenvariante wird auf der T*SOL®-Oberfläche durch ein Anlagenschema dargestellt.

Wenn Sie den Cursor über das Schema bewegen, sehen Sie in der Hinweiszeile (Statusbar) der aktiven Variante den Namen der gerade berührten Komponente. Durch Anklicken wird die jeweilige Komponente durch einen punktierten Rahmen markiert.

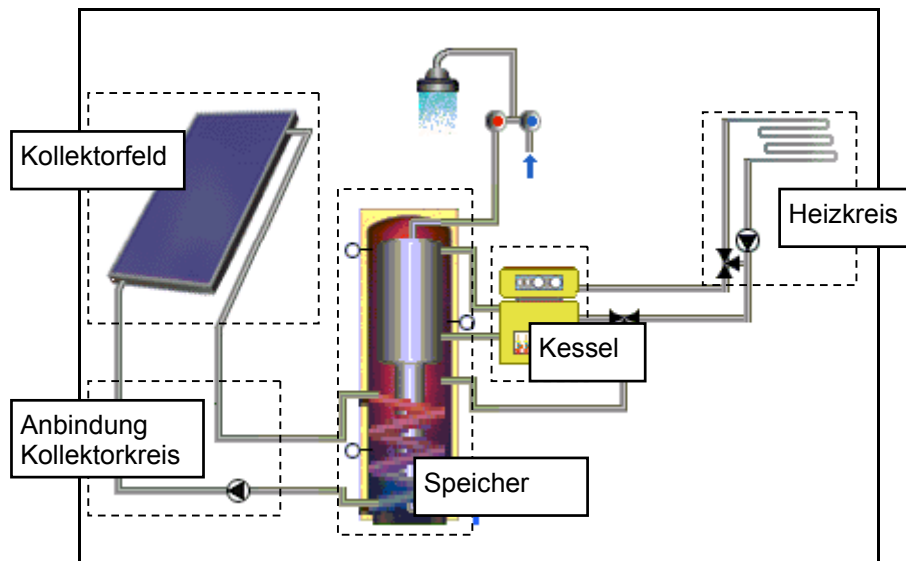


Bild 4.1.2 Anlagenschema: Markierungsbereiche der Komponenten

Bei Betätigung der rechten Maustaste werden die Bearbeitungsmöglichkeiten des ausgewählten Objekts angeboten, mit einem Doppelklick gelangt man direkt in den Parametrierungs-Dialog.

Die Dialogfenster zur Eingabe der Simulationsparameter und der Ergebnisausgabe werden über das Menü, die Tastenkombination **ALT+Unterstrichener Buchstabe** oder durch Klicken der Buttons (Schaltflächen) in der Symbolleiste am oberen und der Vorgabenleiste am linken Bildschirmrand aktiviert. Das Schließen eines Dialoges geschieht über die Schaltflächen **OK**, **Abbruch** oder **Schließen**, über die kleinen WINDOWS-Schaltflächen im Fensterrahmen oder über die Tastenkombination **ALT+F4**.

In den Dialogfenstern gibt es außerdem Eingabefelder (Editfelder), Kontrollkästchen (Checkboxes), Optionsfelder (Radio Buttons) und Auswahllisten (Listboxen).

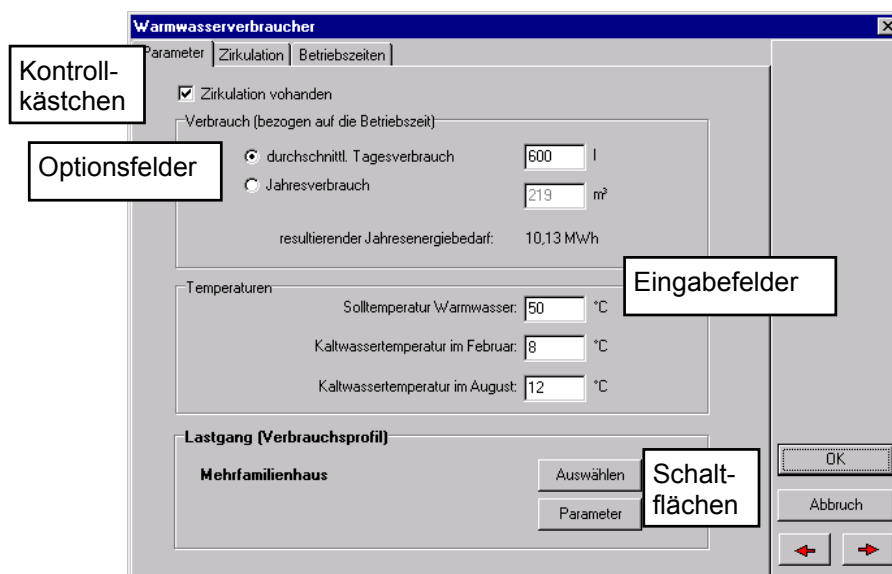


Bild 4.1.3 Dialogfenster: Eingabe- und Bedienungselemente

Die Werte in *Eingabefeldern* können geändert werden, falls sie schwarz angezeigt werden. Ist die Schrift grau, dient das Feld im Moment nur zur Anzeige, es kann aber in Abhängigkeit von anderen Eingaben (speziell in Kontrollkästchen oder Optionsfeldern) zum Eingabefeld werden.

In *Kontrollkästchen* können durch Anklicken zwei verschiedene Werte eingegeben werden. Ist das Häkchen gesetzt, gilt die nebenstehende Aussage, ist das Kästchen leer, gilt sie nicht.

Optionsfelder treten mindestens zu zweit auf. Durch Anklicken wird jeweils eine von mehreren Möglichkeiten ausgewählt.

Durch Drücken der *Schaltflächen* gelangt man in andere Dialoge.

Das Wechseln zwischen den Dialogfeldern erfolgt entweder mit der Maus oder mit der Tabulator-Taste. Mit *TAB* wird das nächste Feld angewählt mit *SHIFT+TAB* das vorhergehende.

Beim Verlassen eines Dialogfensters mit *OK* überprüft das Programm, ob die gültigen Formate eingehalten wurden und gleichzeitig werden die eingetragenen Werte auf ihre physikalisch sinnvollen Grenzen hin überprüft.

Wie jede Windows-Anwendung bietet das Programm außerdem folgende WINDOWS™-typischen Merkmale und Befehle:

Grau hinterlegte Befehle im Menü und der Symbolleiste sind nicht ausführbar.

Das Zahlen-, Datums- und Währungsformat im Programm richtet sich nach den in der WINDOWS-Systemsteuerung angegebenen Formaten. Ändern Sie Einstellungen in der Systemsteuerung, müssen Sie T*SOL® neu starten, bevor die Änderungen übernommen werden.

Alle Grafiken können auf dem Drucker ausgegeben werden. Die Druckereinstellungen können aus dem Programm heraus verändert werden.

Die tabellarische Darstellung der Grafik, der Verbraucherlastgang und die tabellarische Darstellung der Verschattung lassen sich über die Zwischenablage von und nach Tabellenkalkulationsprogrammen (z.B. Excel) kopieren.

Mit der Funktionstaste *F1* und über das Hilfemenü ist zu allen T*SOL® Dialogen und Menüs eine Online-Hilfe verfügbar. In dieser kann nach Themen und Schlagwörtern gesucht werden, durch Anklicken der grün hervorgehobenen Schlagworte zum nächsten Querverweis gesprungen und zwischen den einzelnen Hilfetexten hin- und hergeblättert werden.

4.2 Allgemeine Festlegungen

Über das Menü **Optionen** treffen Sie Festlegungen, die bis zu einer expliziten Änderung für alle folgenden Projekte gelten.

Unter **Optionen | Pfade** werden die Arbeitsverzeichnisse der Projekte, Komponenten, Lastprofile und Wetterdateien angezeigt: Bei der Installation von T*SOL® werden standardmäßig folgende Pfade eingestellt:

Projekte	C:\Programme\TSOL 40\Projects\
Komponenten	C:\Programme\TSOL 40\Bibliotheken\Komponenten\
Lastprofile	C:\Programme\TSOL 40\ Bibliotheken\Profile\
Wetterdateien	C:\Programme\TSOL 40\ Bibliotheken\Wetter\

Im Allgemeinen besteht keine Notwendigkeit, hier Änderungen vorzunehmen.

Im Dialog **Optionen | Voreinstellungen** werden auf der Seite **Wirtschaftlichkeit** allgemeine Werte für alle folgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen voreingestellt. Diese Werte können im Dialog **Wirtschaftlichkeitsberechnungen** für jede Variante angepasst werden.

Auf der Seite **Projektbericht** können Sie zur schnelleren Erstellung der Kurzberichte vereinbaren, die Ergebnisgrafiken als Vektorgrafiken auszugeben. Sollten hierbei Probleme mit Ihrem Druckertreiber auftreten, entfernen Sie bitte das entsprechende Häkchen.

Außerdem haben Sie hier die Möglichkeit, Ihr Firmenlogo in die Kurzberichte einzubinden. Wenn Sie das Häkchen gesetzt haben, können Sie über die Schaltfläche *Firmen-Logo* das von Ihnen gewünschte Logo in der in Windows üblichen Weise auswählen.

Des weiteren legen Sie an dieser Stelle fest, in welches Textverarbeitungsprogramm die ausführlichen Programmberichte exportiert werden. Falls keine Einstellungen vorgenommen werden, wird das mit Windows mitgelieferte WordPad genutzt.

Auf der Seite **Wetterdatensatz** stellen Sie ein, welche Wetterdatei beim Anlegen eines neuen Projektes vorgegeben wird.

Sie haben außerdem die Möglichkeit, auf der Seite **Auslegungsassistent** Standard-Einstellungen für diesen vorzunehmen bzw. zu verändern.

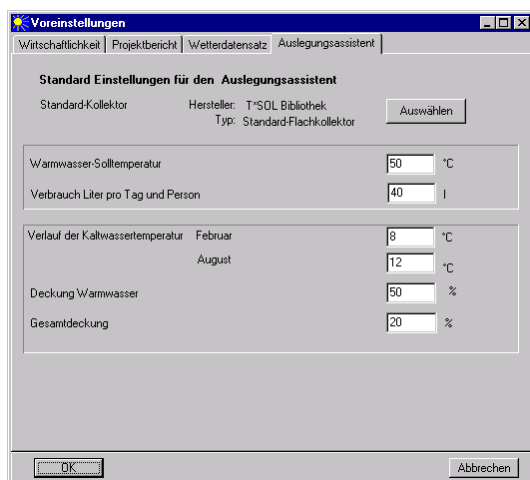


*Bild 4.2.1:
Eingabedialog zur Festlegung von Standard-
einstellungen für den Auslegungsassistenten*

4.3 Anlagensysteme

4.3.1 Grundversion

Die Grundversion von T*SOL® enthält die hier abgebildeten Anlagenschemata:

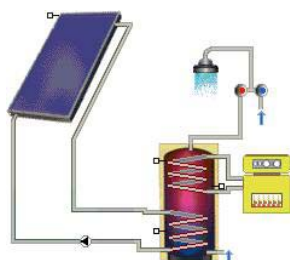


Bild 4.3.1 A1 - Warmwasser-System

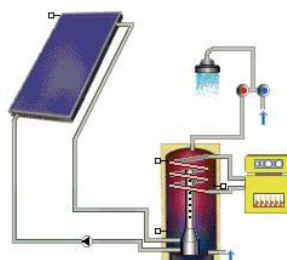


Bild 4.3.2 A1.1 - Warmwasser-System mit Schichtenladevorrichtung

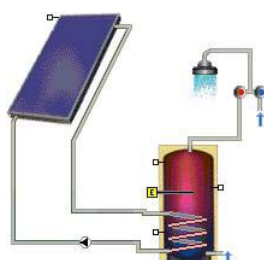


Bild 4.3.3 A1.2 - Warmwasser-System mit elektrischem Heizstab

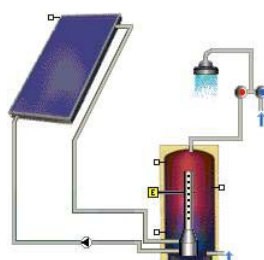


Bild 4.3.4 A1.3 - Warmwasser-System mit el. Heizstab und Schichtenladevorrichtung

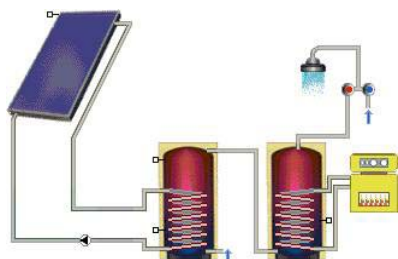


Bild 4.3.5: A2 - Warmwasser-System (2 Speicher)

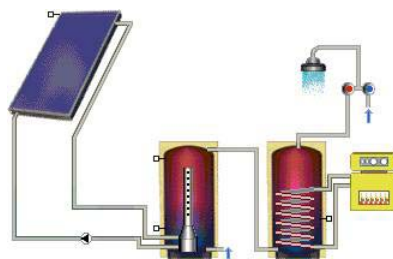


Bild 4.3.6: A2.1 - Warmwasser-System (2 Speicher) mit Schichtenladevorrichtung

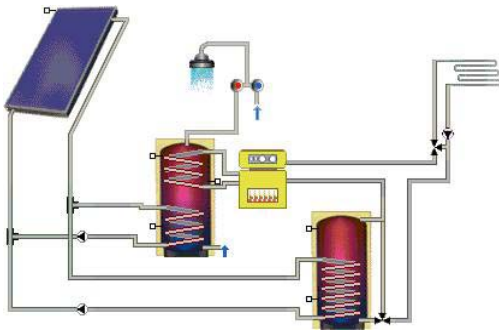


Bild 4.3.7: A3 - Warmwasser-System mit Heizungspufferspeicher

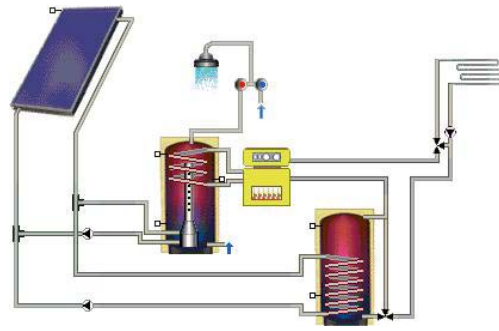


Bild 4.3.8: A3.1 - Warmwasser-System mit Schichtenladevorrichtung und Heizungspufferspeicher

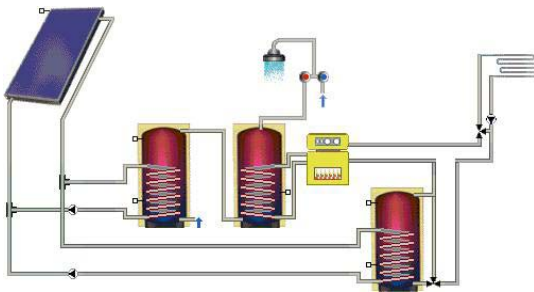


Bild 4.3.9: A4 - Warmwasser-System (2 Speicher) mit Heizungspufferspeicher

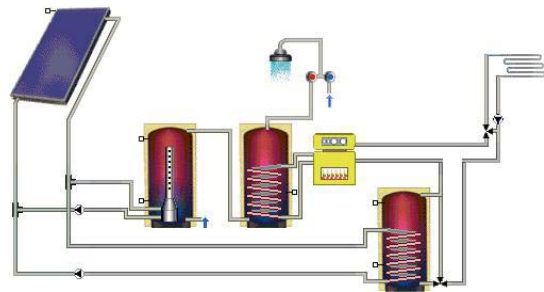


Bild 4.3.10: A4.1 - Warmwasser-System (2 Speicher) mit Schichtenladevorrichtung und Heizungspufferspeicher

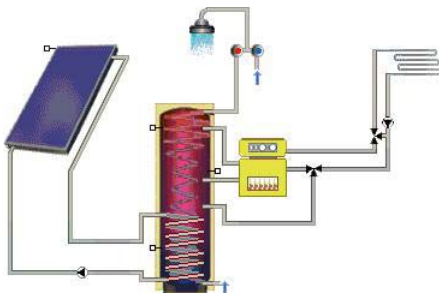


Bild 4.3.11: A5 - Kombispeicher-System für Warmwasser und Heizung

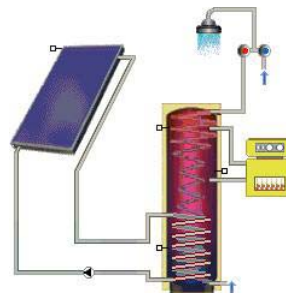


Bild 4.3.12: A5.1 - Kombispeicher-System nur für Warmwasser

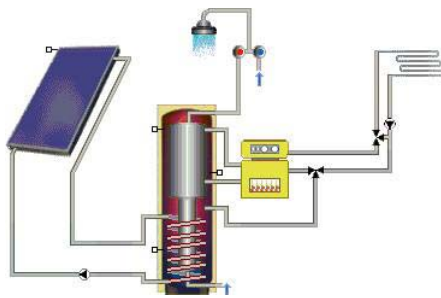


Bild 4.3.13: A5.2 - Kombispeicher-System (Tank in Tank) für Warmwasser und Heizung

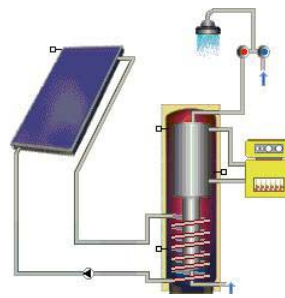


Bild 4.3.14: A5.3 - Kombispeicher-System (Tank in Tank) nur für Warmwasser

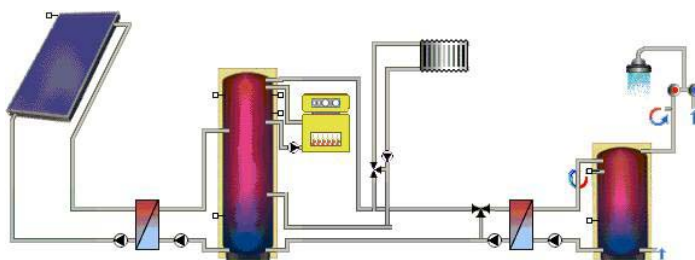


Bild 4.3.15:
A6 - Pufferspeichersystem für
Warmwasser und Heizung

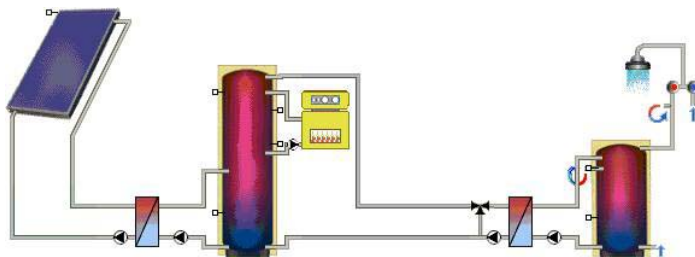


Bild 4.3.16:
A6.1 - Pufferspeichersystem
nur für Warmwasser

4.3.2 Schwimmbadmodul

Mit der Version T*SOL® 4.0 kann über ein Zusatzmodul ein Frei- oder Hallenbad in den solaren Kreislauf eingebunden werden.

Zusätzlich zur Berechnung des solaren Ertrages für die Warmwasser-Bereitung und die Gebäude-Heizung wird der Einfluss einer Solaranlage auf die Temperatur eines Schwimmbades ermittelt. Die aufzubringende Zusatzenergie durch einen Heizkessel (falls das Becken auf einer Solltemperatur gehalten werden muss) wird ebenfalls errechnet. Es stehen folgende Anlagenschemata zur Verfügung.

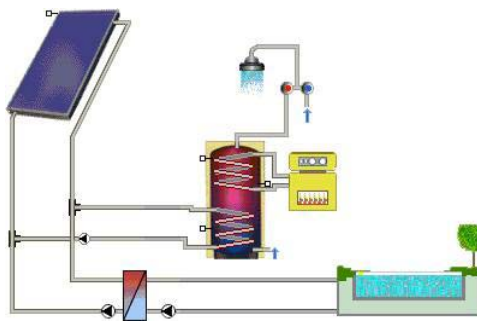


Bild 4.3.17: B1 - Schwimmbad- und Warmwasser-System

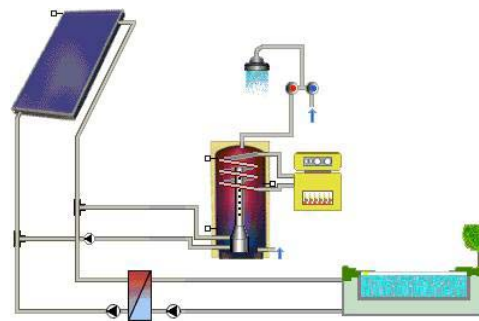


Bild 4.3.18: B1.1 - Schwimmbad- und WW-System mit Schichtenladevorrichtung

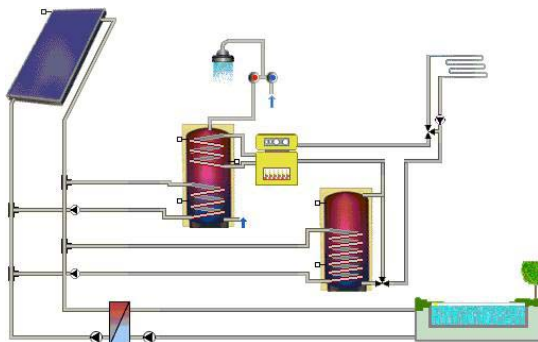


Bild 4.3.19: B3 - Schwimmbad- und Warmwasser-System mit Heizungspufferspeicher

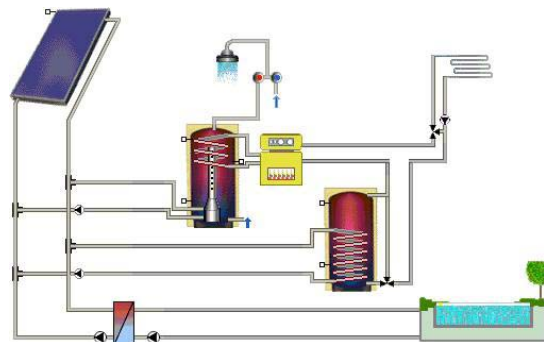


Bild 4.3.20: B3.1 - Schwimmbad- und Warmwasser-System mit Schichtenladevorrichtung und Heizungspufferspeicher

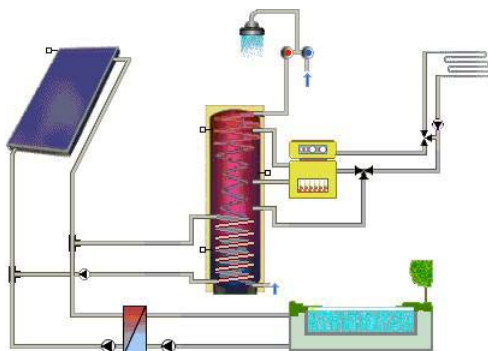


Bild 4.3.21: B5 - Schwimmbad- und Kombispeichersystem für Warmwasser und Heizung

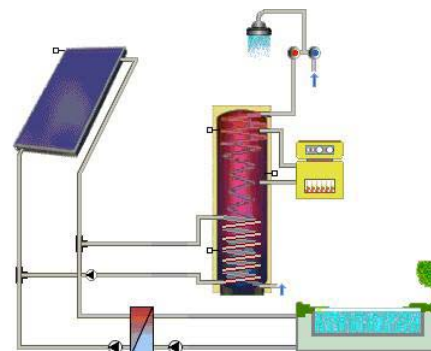


Bild 4.3.22: B5.1 - Schwimmbad- und Kombispeichersystem nur für Warmwasser

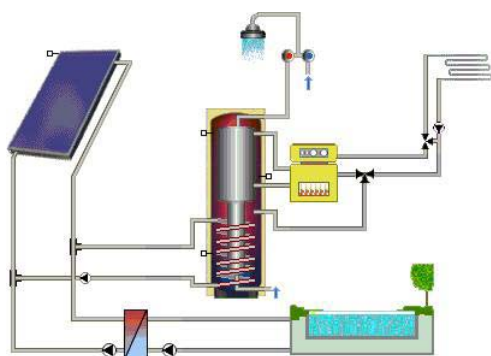


Bild 4.3.23: B5.2 - Schwimmbad- und Kombispeichersystem (Tank in Tank) für Warmwasser und Heizung



Bild 4.3.24: B5.3 - Schwimmbad- und Kombispeichersystem (Tank in Tank) nur für Warmwasser

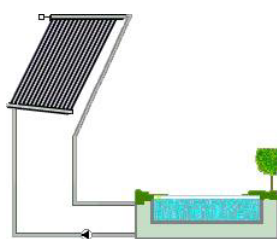


Bild 4.3.25: B6 - Schwimmbad-System ohne Zusatzheizung und ohne Wärmeübertrager

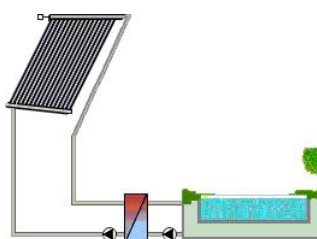


Bild 4.3.26: B6.1 - Schwimmbad-System ohne Zusatzheizung

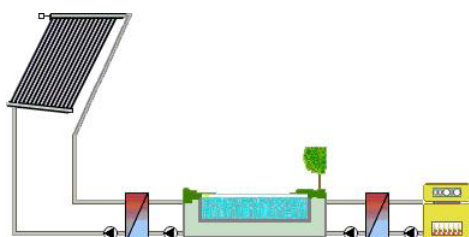


Bild 4.3.27: B6.2 - Schwimmbad-System

4.3.3 SysCat-Modul

SysCat ist ein standardisierter Katalog von großen Solaranlagen aus dem BMBF-Forschungsvorhaben 0329728A, Solarthermie 2000 Begleitforschung: "Entwicklung eines standardisierten Abnahmeverfahrens für solarthermische Anlagen".

Die dort aufgeführten Anlagen der Rubriken A "Allgemein" und B "Solarthermie 2000" wurden in ein Zusatzmodul für T*SOL® integriert.

Bei den Systemen der Rubrik A handelt es sich um Großanlagen-Systeme mit solarer Heizungs-Unterstützung, während in der Rubrik B die gängigen im Rahmen des Förderprogramms "Solarthermie 2000" verwendeten Verschaltungen aufgeführt sind.

Typisch für die Großanlagensysteme ist der Einsatz großer solarer Pufferspeicher, externer Wärmetauscher und die Verwendung von Legionellenschutzschaltungen.

Folgende Anlagen sind im SysCat-Modul realisiert:

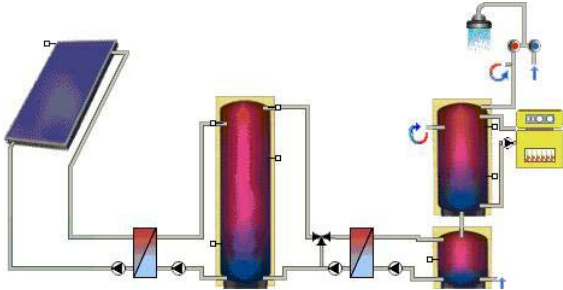


*Bild 4.3.28: C1 -
Großanlagensystem für Warm-
wasser mit Solar- und Bereitschafts-
speicher*

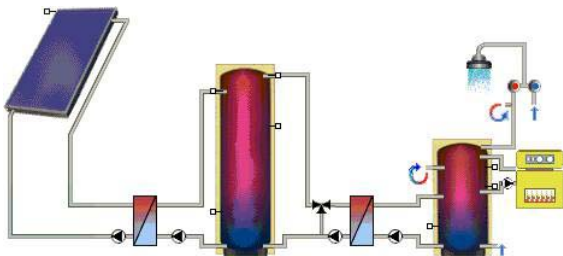


*Bild 4.3.29: C2 -
Großanlagensystem für Warm-
wasser mit Bereitschaftsspeicher*

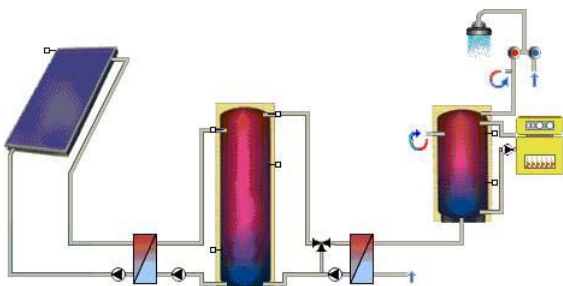


*Bild 4.3.30: C3 -
Großanlagensystem für Warm-
wasser mit Bereitschaftsspeicher
und Wärmeübertrager*

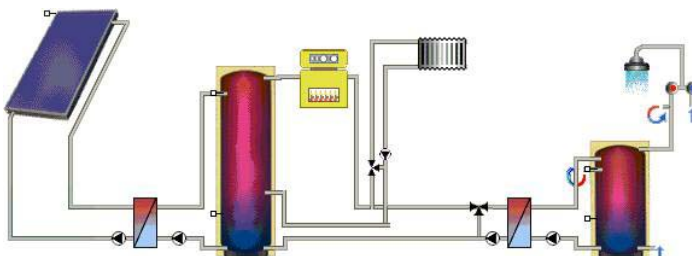


*Bild 4.3.31: C4 -
Großanlagensystem für Warm-
wasser und Heizung mit
Zusatzheizung im Durchlauf*

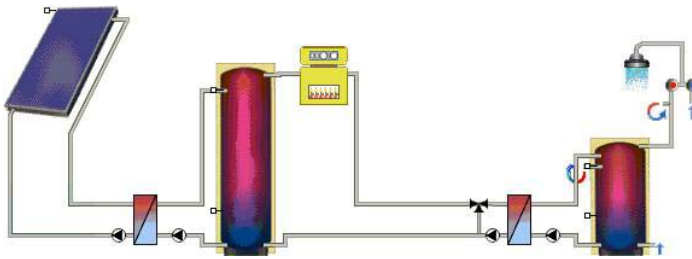


Bild 4.3.32: C4.1 -
Großanlagensystem für Warm-
wasser mit Zusatzheizung im
Durchlauf

4.4 Projekte bearbeiten

Um die Vielzahl der Eingabeparameter zu ordnen und einen leichteren Programmeinstieg zu ermöglichen, werden in T*SOL® Anlagen aus einzelnen Komponenten erstellt.

Nachdem Sie das gewünschte Anlagenschema ausgewählt haben, definieren Sie die einzelnen Anlagenkomponenten. Dazu markieren Sie die Komponente im Anlagenschema.

Ein Teil der Komponenten wird aus sogenannten Bibliotheksdateien geladen:

- Kollektoren
- Kessel
- Speicher
- Wetterdaten

Handelt es sich um eine Bibliothekskomponente, gelangen Sie bei Betätigung der rechten Maustaste über *Auswählen* in die Liste der betreffenden Bibliotheksdateien. Durch Markieren und *OK* wird die Komponente übernommen.

Falls die Komponente nicht aus der Datei geladen werden kann, wählen Sie bei Betätigen der rechten Maustaste *Eigenschaften* und gelangen so in den entsprechenden Dialog.

Sie gelangen in sämtliche relevanten Dialoge auch über das Menü **Parameter** oder über den Hauptdialog.

Nach Beendigung der Eingabe starten Sie die Simulation. Danach haben Sie die Möglichkeit zu einer Wirtschaftlichkeitsberechnung und/oder zur Ausgabe der Simulationsergebnisse.

5 Kurzanleitung

Ziel der Kurzanleitung ist die allgemeine Einarbeitung in den Leistungsumfang des T*SOL®-Programmes. Es werden die wichtigsten und häufigsten Fragen der Anwender angesprochen. Anhand des Menüs und der Reihenfolge der Bearbeitungsschritte wird die Planung und Auslegung einer thermischen Solar-Anlage mit Hilfe von T*SOL® erklärt.

Falls die Dialoge direkt über Schaltflächen zu erreichen sind, werden die entsprechenden Symbole abgebildet.

5.1 Allgemeine Hinweise zur Auslegung

Es gibt keine einfachen Berechnungsmethoden, mit denen die Erträge einer Solaranlage genau bestimmt werden können. Zu groß ist die Zahl der Parameter, die das Betriebsverhalten einer Anlage festlegen. Dazu gehören nicht nur das wechselhafte, nichtlineare Verhalten des Wetters, sondern auch die dynamischen Vorgänge in der Anlage selbst.

Zwar gibt es Faustformeln wie etwa 1-2 m² Kollektorfläche pro Person und 50 l Speicherinhalt pro m² Kollektorfläche, aber das gilt allenfalls für kleine Anlagen in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern. Bei größeren Anlagen bietet ausschließlich die rechnergestützte Simulation die Möglichkeit, den Einfluss von Umgebungsbedingungen, Verbraucherverhalten und von unterschiedlichen Komponenten auf die Betriebszustände der Solaranlage zu untersuchen.

Solaranlagen können vor allem dort zu Heizzwecken eingesetzt werden, wo auch im Sommer geheizt werden muss. Diese Anlagen können dann auch in der Übergangszeit einen nennenswerten Beitrag zur Gebäudeheizung übernehmen. Es ist jedoch dringend davon abzuraten, Solaranlagen ohne die Möglichkeit der saisonalen Speicherung auch im Winter zu Heizzwecken auslegen zu wollen. Dies führt zu sehr großen Kollektorflächen und gleichzeitig hoher Überschussenergie im Sommer, also zu Anlagen mit sehr schlechtem Nutzungsgrad und damit sehr hohen Wärmepreisen!

Für die Auslegung oder Optimierung einer Solaranlage mit T*SOL® müssen folgende Schritte durchlaufen werden:

5.2 Anlegen eines neuen Projekts (Menü Datei)



Zum Anlegen eines neuen Projekts öffnet sich der Dialog **Allgemeine Projektdaten**, in dem Sie an dieser Stelle zumindest einen Projektnamen vergeben sollten. Dieser wird als Name des Ordners übernommen, in dem die im Rahmen des Projekts definierten Varianten abgelegt werden. Alle anderen Angaben können Sie auch später nachholen.

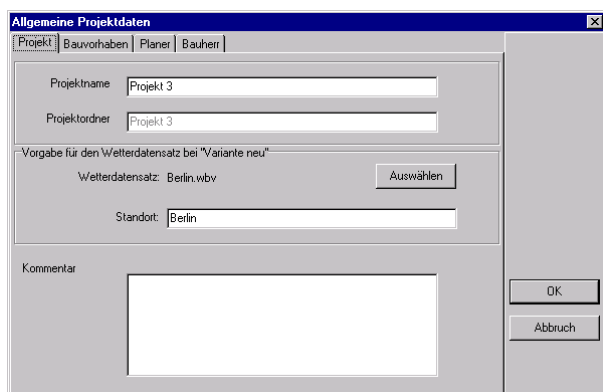


Bild 5.2.1:
Eingabedialog zum Anlegen eines
neuen Projektes

Verlassen Sie den Dialog mit **OK**, wird das Projekt angelegt, im Rahmen dessen beliebig viele Varianten definiert und bearbeitet werden können.

5.3 Auslegungsassistent (Menü Berechnungen)



Wenn Sie keine feste Vorstellung von Ihrem Solarsystem haben, sollten Sie den Auslegungsassistenten aufrufen, um System zu dimensionieren.

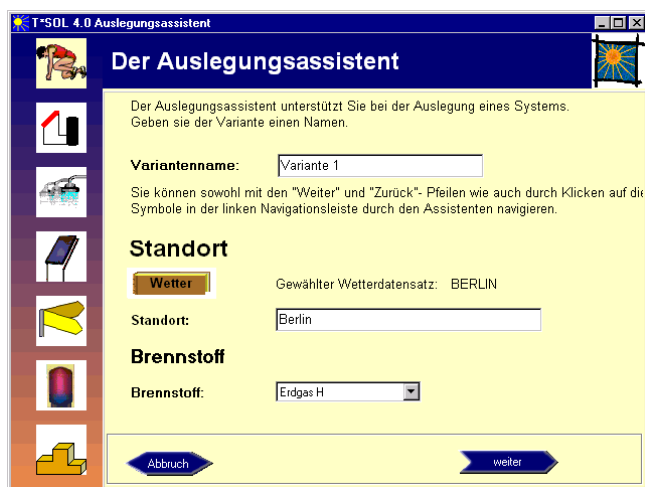


Bild 5.3.1:
Auslegungsassistent

Der Auslegungsassistent führt Sie durch alle notwendigen Schritte bis zur Auswahl von Kollektorfläche und eines geeigneten Speichers. Diese Komponenten werden nach Eingabe eines gewünschten Deckungsanteils durch Kurzsimulationsrechnungen ermittelt.

Durch Klicken auf den Übernahmehbutton werden die im Auslegungsassistenten eingegebenen und ermittelten Parameter in die Anlage übernommen.

5.4 Systemauswahl (Menü System)



Wenn Sie bereits wissen, welches Anlagenschema Sie verwenden wollen, haben Sie eine direkte Auswahlmöglichkeit über das Menü **System | Systemauswahl**. Sie erhalten einen Überblick über alle möglichen Anlagen-Verschaltungen.

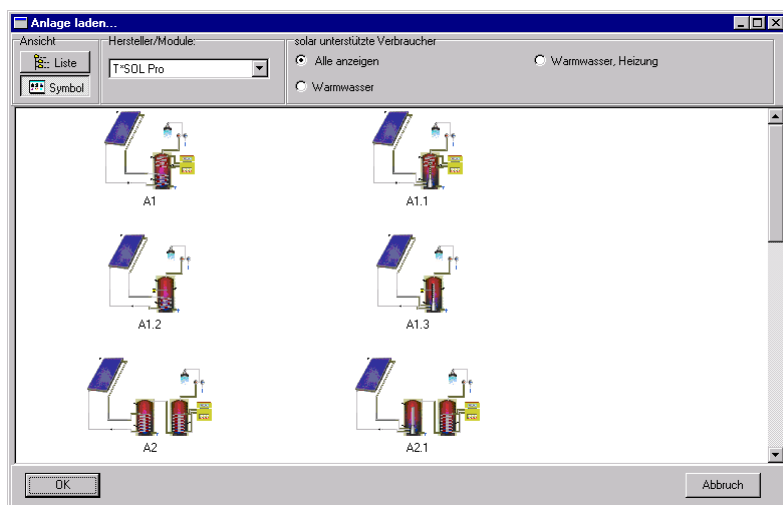


Bild 5.4.1:
Auswahldialog
Standardanlagen

Wählen Sie durch Doppelklick auf die Darstellung oder den Listeneintrag das von Ihnen gewünschte System aus. Es wird in die jeweils aktive Variante Ihres Projektes übernommen.

5.5 Eingabe der Systemparameter (Menü Parameter)

Über dieses Menü werden die Parameter der Komponenten Ihrer Solaranlage festgelegt bzw. geändert.

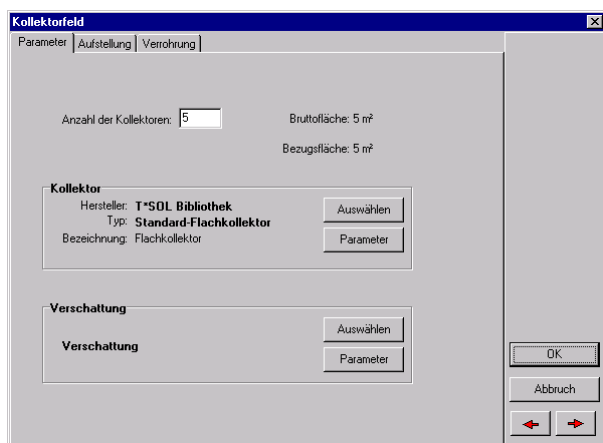


Bild 5.5.1:
Eingabedialog für Anlagenkomponenten,
Beispiel Kollektorfeld

Es werden mehrere Parametrierungsdialoge aufgeführt, mit Hilfe derer auf einer oder mehreren Seiten sämtliche notwendigen Daten erfasst werden. Zwischen den Dialogen können Sie sich mit Hilfe der Pfeiltasten links unten in den Dialogfenstern bewegen.



Eine weitere Möglichkeit zur Eingabe der Parameter ist das Öffnen des **Hauptdialogs**. Im Hauptdialog werden Sie ebenfalls durch alle Eingabefenster geführt, indem Sie die roten Pfeiltasten betätigen.

Eine Möglichkeit, die Parametrierung der einzelnen Komponenten direkt zu erreichen, haben Sie über das Anlagenschema. Durch Doppelklick bzw. die rechte Maustaste gelangen Sie in den entsprechenden Dialog.



Die Vorgaben bezüglich der klimatischen Verhältnisse, des Warmwasser- und des Heizungsbedarfs für die aktuelle Variante können Sie über die der Variante zugeordneten Schaltflächen modifizieren.

5.6 Anlegen einer neuen Variante (Menü Datei)



Innerhalb eines Projektes haben Sie die Möglichkeit, beliebig viele Varianten, die jeweils unterschiedliche Systeme und Komponenten enthalten können anzulegen. Bis zu sechs Varianten können Sie parallel öffnen und bearbeiten.

Es werden verschiedene Möglichkeiten angeboten, wie die neue Variante erstellt werden soll.

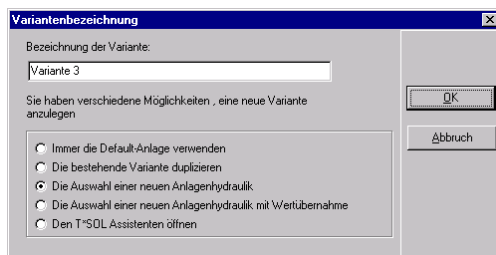


Bild 5.6.1:
Eingabedialog zum Anlegen einer neuen Variante

5.7 Simulation (Menü Berechnungen)

Die Größe des Simulationsintervalls variiert zwischen einer und sechs Minuten. Entscheidend hierfür ist die Trägheit des Systems, die sich aus den Kapazitäten und den Energieströmen ergibt.

Zur Auswertung der Simulationsergebnisse reicht es häufig aus, über ein größeres Aufzeichnungsintervall (stündlich oder täglich) gemittelte Werte aufzuzeichnen.



Die Simulation wird für die jeweils aktive Variante des Projektes durchgeführt.

Rufen Sie die Simulation über das Menü **Berechnungen** auf, haben Sie die Möglichkeit, den Simulationszeitraum und das Aufzeichnungsintervall zu wählen. In Abhängigkeit vom gewählten Simulationszeitraum werden unterschiedliche Aufzeichnungsintervalle angeboten.

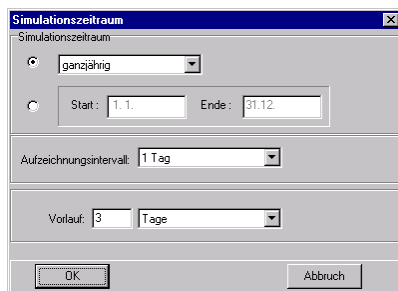


Bild 5.7.1:
Eingabedialog der Simulationsparameter



Das Anklicken des Visualisierungs-Buttons ermöglicht die Veranschaulichung der Temperaturverhältnisse während der Simulation. Der Zeitpunkt des aktuellen Zustandes wird in der Hinweiszeile (Statusbar) im Fenster der Variante angezeigt.

Nach Ende der Simulation öffnet sich ein Auswahldialog für die Ergebnisdarstellungen beziehungsweise für die weitere Untersuchung der Wirtschaftlichkeit.

5.8 Wirtschaftlichkeitsberechnung (Menü Berechnungen)

Die Ergebnisse einer Jahressimulation sind Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeitsberechnung.



Die bereits gesetzten Parameter wurden zum einen aus den Voreinstellungen (Menü **Optionen**) übernommen und können hier für die spezielle Anlage geändert werden. Zum anderen stammen sie aus der Simulation.

Bild 5.8.1:
Eingabedialog zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Sie können für die jeweilige Variante jedoch auch andere Werte eingeben. Handelt es sich bei den zu ändernden Werten um Simulationsergebnisse, erfolgt vor dem Speichern eine Warnung.

Auf der Seite **Parameter** können folgende Werte eingegeben werden:

Die *Lebensdauer* ist der vom Hersteller angegebene Zeitraum, den die Anlage voraussichtlich im Betrieb ist. Bei Solaranlagen werden zwischen 10 und 20 Jahren angesetzt.

Der *Kapitalzinssatz* ist der Zinssatz, mit dem Kapital für die Investition von einer Bank geliehen werden müsste, bzw. der Zinssatz, mit dem das eingesetzte Kapital verzinst werden könnte.

Die *Preissteigerungsraten* der Betriebskosten und der Brennstoffkosten spielen für den Barwert eine wesentliche Rolle.

Auf der Seite **Investitionen** können geändert werden:

Die *Investitionen* können als absoluter Betrag und als spezifische Kosten in DM/m² Kollektorfläche angegeben werden.

Die *Förderung* kann als absoluter Betrag, als Prozentsatz der Investitionen und als spezifische Förderung in DM/m² Kollektorfläche angegeben werden.

Auf der Seite **Betriebskosten** werden erfasst:

Die festen *Betriebskosten der Anlage* können als Betrag pro Jahr oder als Prozentsatz der Investitionen in Prozent pro Jahr angegeben werden.

Die *Betriebskosten der Pumpen* sind das Produkt aus der durch die Simulation ermittelten Laufzeit, der Pumpenleistung und den Stromkosten.

Auf der Seite **Einsparungen** kann der aus dem Menü **Optionen | Voreinstellungen** übernommene *spezifische Brennstoffpreis* für die spezielle Anlage verändert werden.

Durch Variation der über die Simulation ermittelten Werte für den *solaren Ertrag* und die *Brennstoffeinsparung* (vor Veränderungen werden Sie vom Programm gewarnt) können Sie z.B. ermitteln, für welche Werte die Anlage wirtschaftlich wäre.

Auf der Seite **Fremdfinanzierung** können bis zu drei Kredite definiert werden:

Das *Fremdkapital* ist die Kreditsumme, die aufgenommen wird.

Die *Laufzeit* ist der Zeitraum, der für die Rückzahlung des Kredites vereinbart wurde.

Zusätzlich muss entweder die *jährliche Rate* oder der *Kreditzins* eingegeben werden. Das jeweils andere Feld ist gesperrt und wird vom Programm berechnet.

Die jährliche Rate ist die jährlich gleichbleibende Rate, mit der Kredit und Zinsen innerhalb der Laufzeit zurückgezahlt werden.

Der Kreditzins ist der Zinssatz, der für die Aufnahme eines Kredites zu zahlen ist. Liegt der Kreditzinssatz unterhalb des Kapitalzinssatzes, wirkt sich die Aufnahme eines Kredits als Förderung aus, liegt er oberhalb, erhöhen sich die Gesamtkosten. Bei gleichen Zinssätzen bleiben sie gleich.

Als Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden der Kapitalwert und der Wärmepreis ausgewiesen.

5.9 Ergebnisse auswerten (Menü Ergebnisse)

T*SOL® bietet Ihnen umfangreiche Möglichkeiten, die Simulationsergebnisse auszuwerten. Es gibt eine grafische Darstellung der Ergebnisse, einen Kurzbericht und einen umfangreichen Projektbericht.



Für die grafische Darstellung können Sie bis zu acht Kurven auswählen. Es erscheint ein Grafikfenster mit eigenem Menü, über das Sie die Kurven nach Bedarf formatieren können. Sie können die Auflösung der Werte, das Anzeigeintervall (von 1 Tag bis 1 Jahr), Schriftart und -stärke, Farbe und Darstellung (Linie oder Balken) der Kurven und die Rasterung (Hilfslinien) verändern.

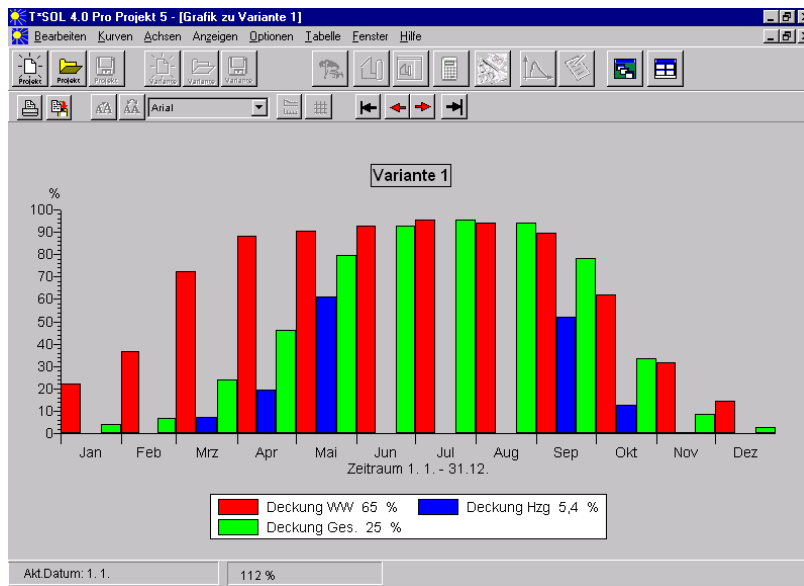


*Bild 5.9.1:
Grafische Darstellung der
Simulationsergebnisse*

Die Achsen können neu formatiert werden und ein Titel kann vergeben werden. Über die Zwischenablage können die Werte in andere Programme exportiert werden.



Als Kurzfassung des Projektberichtes erhalten Sie eine dreiseitige Übersicht, die das Anlagenschema, die Eingabedaten und die Simulationsergebnisse enthält. Sie können diese Zusammenfassung aus der Seitenansicht heraus drucken.

Eine detaillierte Zusammenstellung der Ergebnisse erhalten Sie mit dem ausführlichen Projektbericht, den Sie in einem Textverarbeitungs-Programm Ihrer Wahl weiterbearbeiten können. Die entsprechende Festlegung treffen Sie über das Menü **Optionen | Pfade**.

6 Beispiele

Lesen Sie im Folgenden die Bearbeitung zweier Beispielprojekte und führen Sie die einzelnen Schritte parallel zum Text im T*SOL®-Programm aus.



Weitere Beispiele finden Sie im Projekte-Ordner, zu dem Sie über **Datei | Projekt öffnen** oder den Button gelangen.

6.1 Anwendung des Auslegungs-Assistenten

Der Auslegungsassistent ist dazu gedacht, Ihnen bei der Dimensionierung einer Solaranlage zu helfen. Sie wenden ihn also dort an, wo Ihnen die Größe des Kollektorfeldes und/oder die Größe der zu installierenden Speicher nicht bekannt ist. Der Auslegungsassistent ist ein eigenständiger Teil von T*SOL® Professional, dessen Ergebnisse Sie in den Hauptteil von T*SOL® - den Anlagenmodus - übernehmen können.

Aufgabenstellung:

Für ein saniertes Mietshaus in Augsburg mit 6 Wohneinheiten soll eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung gebaut werden. Das Haus besitzt ein Schrägdach mit 35 Grad Neigung nach Südosten mit einer Fläche von 40 m².

Reicht diese Fläche für einen gewünschten Anteil von 20 % Solarenergie am gesamten Energieverbrauch aus?

Diese Fragestellung lässt sich am schnellsten über den Auslegungsassistenten beantworten.



Den Auslegungsassistenten können Sie jederzeit aus einem bestehenden Projekt heraus aufrufen, benutzen Sie dazu den Befehl **Berechnungen | Assistent** oder - schneller - den Button in der Symbolleiste. Innerhalb Ihres bestehenden Projektes wird dann die aktuelle Variante mit den im Assistenten festgelegten Größen überschrieben. Wollen Sie eine neue Variante anlegen, so benutzen Sie den Befehl **Datei | Variante neu** und klicken die Auswahl *Den T*SOL Assistenten öffnen* an.

Für unsere Beispielrechnung wollen wir jedoch ein neues Projekt anlegen, da man bei der Beantwortung von Fragen nach Kollektorfläche und Speichergröße ja ganz am Anfang eines Projektes steht.

6.1.1 Anlegen eines neuen Projektes

Wenn Sie T*SOL® starten, werden Sie im ersten Dialogfenster gefragt, mit welchem Projekt Sie beginnen wollen.

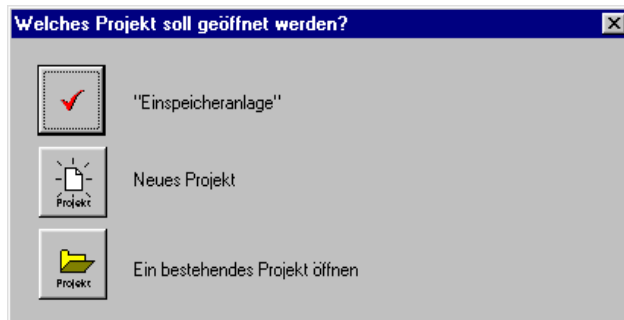


Bild 6.1.1:
Dialog zur Projektauswahl

Drücken Sie hier auf den Button *Neues Projekt*. Falls Sie T*SOL® schon gestartet haben, kommen Sie über den Befehl **Datei | Projekt neu** oder über den Button in der Symbolleiste zum gleichen Ergebnis:

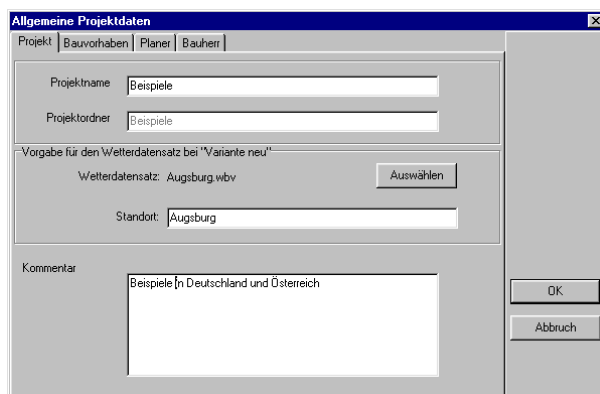


Bild 6.1.2:
Dialog zur Eingabe der
allgemeinen Projektdaten

Den Projektnamen, den Sie in der ersten Eingabezeile vergeben, werden Sie später immer wieder als Dateinamen für das Projekt wiederfinden können. Auf dieser Seite des Projektdatendialogs können Sie bereits durch *Auswählen* einen Wetterdatensatz definieren, der innerhalb dieses Projektes bei Anlegen jeder neuen Variante automatisch geladen wird.

Die weiteren Seiten **Bauvorhaben**, **Planer** und **Bauherr** müssen nicht zwingend ausgefüllt werden, sie dienen der Information über das Projekt.

Nach dem Bestätigen der Projektdaten wird immer ein Standardsystem geladen und wir befinden uns im Anlagenmodus der Variante 1 mit dem Anlagenschaltbild auf der Oberfläche.



Von hier aus können wir nun durch Klick auf den Button den Auslegungsassistenten starten. Das vorher sichtbare Anlagenschema hat dabei keine Bedeutung mehr.



Bild 6.1.3:
Startseite des
Auslegungsassistenten

Auf der Startseite des Auslegungsassistenten vergibt man zunächst einen Namen für das geplante Solarsystem, das man rechnen will. Da man innerhalb eines Projektes mehrere Systemvarianten rechnen kann, wird hierfür der Begriff *Variante* verwendet. Der Wetterdatensatz von Augsburg ist bereits eingetragen, da wir ihn in der Projektverwaltung als Vorgabe eingetragen haben. Durch einen Klick auf den Button *Wetter* könnten wir ihn jedoch ändern. Abweichend vom Wetterdatensatz kann unter Standort die Lage des Bauvorhabens eingetragen werden, z.B. die Straße, in der das Vorhaben liegt.

Um zu unserem Ergebnis zu kommen, müssen wir nun die einzelnen Seiten des Auslegungsassistenten durcharbeiten und ausfüllen. Dazu sind am unteren Rand die Buttons *weiter*, *zurück* und *Abbruch* vorgesehen. Sie können aber auch durch Klicken auf die am linken Rand befindlichen Symbole direkt in die einzelnen Seiten springen.

6.1.2 Systemauswahl

Die nächsten beiden Seiten enthalten Angaben zur Systemauswahl. Diese ist abhängig von der Anwendungsart der Anlage. Sie müssen eingeben, ob die Anlage zur Warmwasserbereitung und/ oder zur Heizungsunterstützung verwendet wird. Wir müssen also auch die Heizungsunterstützung durch einen Klick auf den Kreis aktivieren. Abhängig von dieser Angabe bietet Ihnen der Assistent nun auf der nächsten Seite verschiedene Anlagenverschaltungen und -systeme an. Die Auswahl der verschiedenen Systeme ist nach Kleinanlagen, Kombianlagen und Pufferspeicheranlagen unterteilt, ein Klick auf die jeweiligen Laschen zeigt Ihnen die enthaltenen Systeme.

Der Auslegungsassistent benutzt zur Ermittlung der erforderlichen Kollektorfläche ein verkürztes Simulationsverfahren auf Stundenbasis. Dieses Verfahren ist auf die Anwendung von einfach aufgebauten Systemen beschränkt. Sie werden also im Auslegungsassistenten nicht alle Systemverschaltungen vorfinden, die Sie im Anlagenmodus unter der Auswahl **System | Auswählen** finden können.

Zurück zu unserem Beispiel: Gefordert ist ein Solarsystem zur Warmwasserversorgung und Heizungsunterstützung für ein Mietshaus. Wir entscheiden uns für das System A3 WW-System mit Heizungspufferspeicher und klicken direkt auf das entsprechende Schema. Damit ist es markiert und wir klicken auf *weiter* zu

6.1.3 Definition der Verbraucher

Hier sind zwei Seiten auszufüllen: Der Verbrauch von Warmwasser und Heizung.

Für die Eingabe des Verbrauchs von Warmwasser haben Sie zwei Möglichkeiten. Ist Ihnen der durchschnittliche tägliche Verbrauch bekannt, so können Sie ihn nach Anklicken des runden Kontrollkästchens direkt eingeben. Ist er Ihnen nicht bekannt, können Sie die voraussichtliche oder tatsächliche Personenzahl angeben. Aus dieser Personenzahl wird dann über einen voreingestellten spezifischen Verbrauch auf den absoluten Verbrauch hochgerechnet. Den spezifischen Verbrauch pro Person können Sie im Anlagenmodus unter **Optionen | Voreinstellungen | Auslegungsassistent** eingeben und verändern.

Bild 6.1.4:
Definition des Warmwasserbedarfs
über den Auslegungsassistenten

Unser Mietshaus besteht aus 6 Wohneinheiten. Rechnet man mit einer durchschnittlichen Belegung von 2,5 Personen pro WE, so ergibt sich eine Zahl von 15 Personen. Da in Mietshäusern eine Warmwasserzirkulation üblich ist, klicken wir das entsprechende Kontrollkästchen an, in der Berechnung werden dann Zirkulationsverluste abhängig vom Gesamtverbrauch berücksichtigt. Warmwasser-Solltemperatur und Kaltwassertemperatur sind hier einzugeben und können ebenfalls unter **Optionen** voreingestellt werden.

Durch Klick auf die Lasche **Heizung** gelangen wir zur Eingabeseite für den Heizenergieverbrauch.

Unser Gebäude hat eine Nutzfläche von 480 m², die wir als beheizte Fläche in das erste Eingabefeld eintragen. Auch hier haben wir wieder die Möglichkeit der Eingabe des Wärmeleistungsbedarfs (z. B. errechnet nach DIN 4701) oder, da dieser Wert oft nicht bekannt ist, durch Eingabe des Wärmestands des Gebäudes diesen Wert über interne Kennzahlen errechnen zu lassen (im Anlagenmodus wird dieser errechnete Wert dann sichtbar).

T*SOL 4.0 Auslegungsassistent

Der Auslegungsassistent

Definition der Verbraucher

Warmwasser | **Heizung**

Wie groß ist die beheizte Nutzfläche? 480 m²

Ist der Heizwärmeleistungsbedarf bekannt? ☐

Normaussentemperatur? -14 °C

Welcher Gebäudetyp soll beheizt werden? Größeres Gebäude

Welchen Wärmeschutzstandard erfüllt das Gebäude? Wärmeschutzverordnung 95

Welche Heizungsart soll zum Einsatz kommen? Radiatoren

Abbruch zurück weiter

Bild 6.1.5:
Definition des Heizungsbedarfs über
den Auslegungsassistenten

Für die Ermittlung des Jahres-Heizenergiebedarfs, der für jede Stunde des Jahres von T*SOL[®] errechnet wird, ist noch die Angabe der Norm-Außentemperatur erforderlich.

6.1.4 Kollektorfeld festlegen

Im Auslegungsassistenten benutzen wir zunächst den Standard-Flachkollektor aus der T*SOL[®]-Bibliothek. Dieser entspricht in seiner Qualität einem einfachen Kollektor mit einer Fläche von 1 m². Sie können jedoch durch Klicken auf den Kollektor-Button jeden beliebigen Kollektor aus der Bibliothek wählen bzw. unter **Optionen | Voreinstellungen** Ihren bevorzugten Kollektor einstellen.

T*SOL 4.0 Auslegungsassistent

Der Auslegungsassistent

Kollektorfeld festlegen

Kollektor

Welcher Kollektortyp soll eingesetzt werden? Standard-Flachkollektor Kollektor

Welchen Aufstellwinkel haben die Kollektoren? 35°

In welche Himmelsrichtung sollen die Kollektoren ausgerichtet werden? Südost

Verrohrung

einfache Länge der Verrohrung im Gebäude 16 m

einfache Länge der Verrohrung außen 2 m

Abbruch zurück weiter

Bild 6.1.6:
Definition des Kollektorfeldes über
den Auslegungsassistenten

In den nächsten Feldern sind Aufstellwinkel und Himmelsrichtung des Kollektorfeldes einzugeben. Die Angaben für die Verrohrung beziehen sich ausschließlich auf den Kollektorkreis. Einzugeben ist die einfache Länge der Rohrleitungen. Aus diesen Angaben werden die Wärmeverluste und der hydraulische Widerstand der Rohrleitungen errechnet.

Nach dem Klick auf den Button *Weiter* ist das Ziel unserer Auslegung einzugeben, in unserem Beispiel ist ein Anteil der Solarenergie von 20% am gesamten Energieverbrauch (WW und Heizung) gefordert. Als Zusatzenergie haben wir den Brennstoff Erdgase gewählt.

Durch das Klicken auf den Button *Weiter* erhalten wir zunächst eine Auswahl von Speichern, die der Auslegungsassistent für unser System vorschlägt. Diese Auswahl lässt sich durch Öffnen der jeweiligen Bibliothek individuell verändern. Mit den angegebenen 3 Pufferspeichern wird eine Variationsrechnung durchgeführt, sobald wir den Button *Variation* betätigt haben.

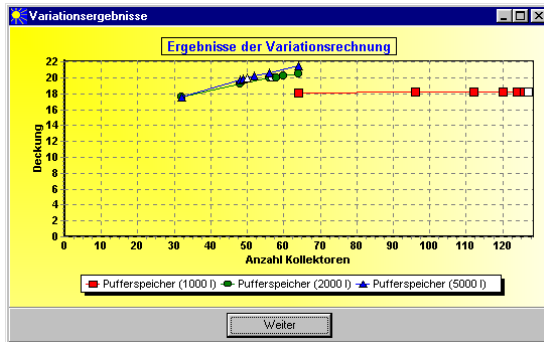


Bild 6.1.7:
Grafische Darstellung der
Simulationsergebnisse des
Auslegungsassistenten

Auf dem Bildschirm erscheint nun eine Grafik, die die Simulationsergebnisse für eine Variation der Kollektoranzahl für die 3 unterschiedlichen Pufferspeichergrößen zeigt. Diejenige Kollektoranzahl, mit der die Zielvorgabe - 20 % solare Gesamtdeckung - erreicht wird, ist jeweils durch ein weißes Symbol gekennzeichnet.

Man erkennt deutlich, dass bei einem Speicher von 1000 l die Zielvorgabe 20 % Gesamtdeckung nicht erreicht wird, andererseits der Unterschied zwischen einem 2000 - Speicher und einem 5000 l-Speicher nur geringfügig ist.

Deutlicher wird das Ergebnis, wenn durch den Klick auf *Weiter* eine andere Darstellungsart der Ergebnisse sichtbar wird.

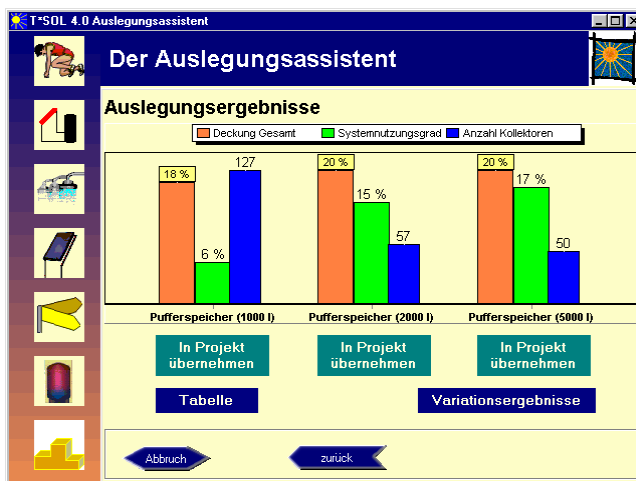


Bild 6.1.8:
Grafische Darstellung der Simulations-
ergebnisse des Auslegungsassistenten

In dieser Grafik wird neben dem Deckungsanteil eine weitere wichtige Größe zur Beurteilung eingeführt: der Systemnutzungsgrad. Mit zunehmender Speichergröße steigt der Systemnutzungsgrad und sinkt die Kollektorfläche bei gleichem Deckungsanteil.

Da in unserem Beispiel eine Dachfläche von max. 40 m² zur Verfügung steht, ist die Kollektorfläche selbst bei einem großen Speicherinhalt zu groß, um auf dem Dach untergebracht werden zu können. Was ist zu tun?

Wir versuchen es mit qualitativ höherwertigen Kollektoren, mit Vakuum-Röhrenkollektoren.

Wir klicken also am linken Rand unseres Auslegungsassistenten das Bild mit den Kollektoren an und kommen zurück zur Kollektorauswahl. Dort wählen wir aus der Bibliothek den Standard-Röhrenkollektor, ändern sonst nichts und klicken wieder auf das Bild mit den Treppchen. Als Ergebnis erhalten wir nun ein völlig verändertes Bild.

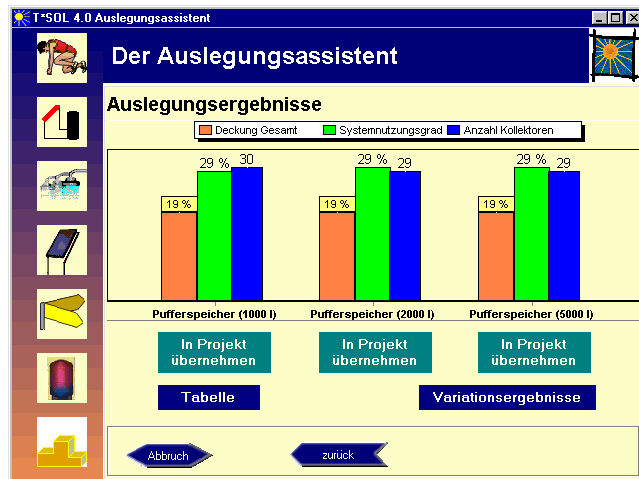


Bild 6.1.9:
Grafische Darstellung der Simulationsergebnisse nach Austausch des Kollektors

Bei einem erheblich verbessertem Nutzungsgrad von 29 % sind nur noch weniger als 30 Kollektoren erforderlich. Wir entscheiden uns für die Variante mit dem 2000 l-Speicher und gehen mit dem Klick auf den Text *In Projekt übernehmen* in den Anlagenmodus über. Die eingegebenen Daten sind jetzt in der Anlagenhydraulik auf der Oberfläche hinterlegt.

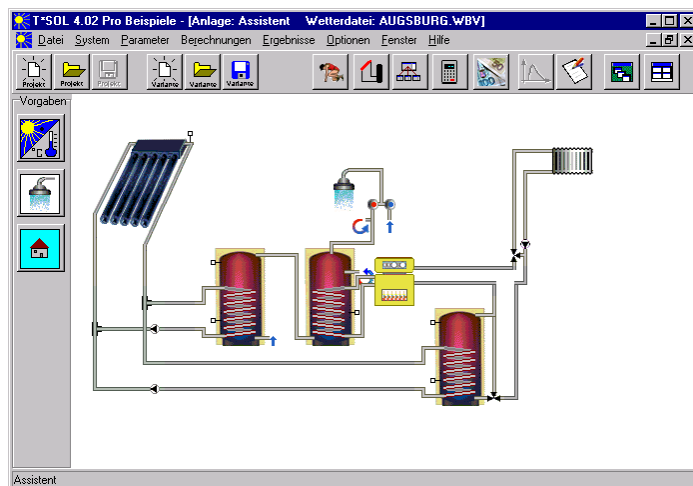


Bild 6.1.10:
Darstellung der mit Hilfe des Auslegungsassistenten konfigurierten Anlage



In diesem Modus ist es nun möglich, über den Button sofort eine Simulation durchzuführen oder weitere Parameter einzugeben oder zu verändern.

6.2 Typ A: Einspeicheranlage zur solaren Warmwasserbereitung

Dieses Solarsystem wird häufig im Ein- und Zweifamilienhausbereich eingesetzt. In der Regel werden hierfür vorkonfigurierte Systeme verwendet, wie sie von vielen Kollektorherstellern

angeboten werden. Die Konfiguration aus Kollektoranzahl, zugehörigem Speicher und sonstigen Komponenten müssen dann in T*SOL® eingegeben werden. Für häufig verwendete Systeme können Sie diese in einem Vorlagenprojekt abspeichern und bei Bedarf in ein neues Projekt kopieren und lediglich die Vorgaben wie z.B. Standort, Kollektoraufstellung und -ausrichtung eingeben.

Die Berechnungen in T*SOL® dienen bei diesen Systemen hauptsächlich zur Ermittlung der zu erwartenden Primärenergieeinsparung sowie des Deckungsanteils der Solaranlage. Ein wichtiges Ergebnis ist auch der Nachweis, dass das System nicht überdimensioniert ist, was sich durch häufiges Erreichen der Maximaltemperatur im Speicher und damit hohen Kollektortemperaturen bemerkbar macht.

Aufgabenstellung:

Auf dem Neubau eines Bungalows in Aachen soll eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung errichtet werden. Der Bungalow wird nach seiner Errichtung von einer 5-köpfigen Familie bewohnt.

- Wie groß ist die erforderliche Kollektorfläche?
- In welchem Aufstellwinkel sollen die Kollektoren auf dem Flachdach aufgestellt werden?
- Wie oft wird die Temperatur von 35 Grad Celsius unterschritten?
- Welche Einsparung ein Heizöl ist zu erwarten?
- Welche sonstigen Maßnahmen sollen beim Bau des Hauses beachtet werden?

Aus dem mitgelieferten Entwurfsplan lassen sich folgende weiteren Angaben ablesen:

- Orientierung der Längsachse des Gebäudes von Südost nach Nordwest
- Nutzfläche 240 m²

6.2.1 Anlegen einer neuen Variante

Wir haben bereits ein Projekt über den Menüpunkt **Datei | Projekt neu** (in unserem Fall ist es das Projekt *Beispiele*) angelegt und legen für diese Aufgabe eine neue Variante über den Befehl **Datei | Variante neu** an. Es erscheint eine Abfrage, wie die neue Variante bezeichnet werden soll und mit welchem Anlagensystem Sie starten wollen. Wir nennen unsere Variante *TYP A1* und klicken auf die Auswahl *...neue Anlagenhydraulik*.

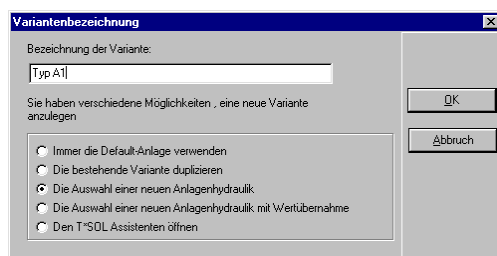


Bild 6.2.1:
Dialog zum Anlegen einer neuen Variante

Nach dem Bestätigen öffnet sich auf der Oberfläche die Systemauswahl **Anlage laden**. In dieser Systemauswahl finden Sie je nach Ausstattung mit Zusatzmodulen die verfügbaren Systemverschaltungen, die Sie simulieren können. Sie können zwischen Symbol- und Listenansicht wechseln, um sich einen Überblick über die Systeme zu verschaffen. Wir wählen das System mit der Bezeichnung A1 und laden es entweder mit Doppelklick oder mit OK in unsere Variante und befinden uns nun im Anlagenmodus.

Unser ausgewähltes System muss nun mit den spezifischen Angaben für Standort, Verbrauch und Anlagenkomponenten parametrisiert werden. Hierfür stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung:

- die einzelnen Komponenten über die Menüleiste mit dem Menüpunkt **Parameter** aufrufen;
- die Komponenten im System mit der linken Maustaste zu hinterlegen, um dann mit Doppelklick oder der rechten Maustaste und dem Befehl **Eigenschaften** den zugehörigen Dialog zu öffnen; oder als 3. Möglichkeit



- über den Button direkt in den Hauptdialog zu gelangen.

6.2.2 Parametrierung

Für eine komplette Konfigurierung eines Systems, wie es für unser Beispiel notwendig ist, erweist sich der Aufruf des **Hauptdialogs** als sinnvoll, weil Sie hier automatisch durch alle Dialoge geführt werden. Im Hauptdialog können Sie durch die Betätigung der roten Pfeiltasten am unteren rechten Rand beliebig durch alle Eingabedialoge wechseln.

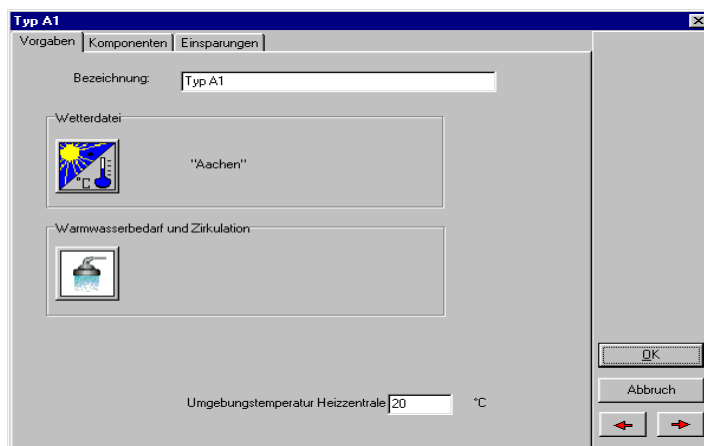


Bild 6.2.2:
Hauptdialog

Auf der ersten Seite des Hauptdialoges haben Sie die Möglichkeit, den Variantennamen im Eingabefeld *Bezeichnung* einzutragen oder zu ändern. Diese Bezeichnung, hier Typ A1, ist der Name, der in der blauen Kopfzeile von T*SOL[®] angezeigt wird und unter dem Sie die Variante später immer wieder finden können, z.B. im Variante-laden-Dialog. Weiter werden hier die Wetterdatei geladen, der Warmwasserverbrauch aufgerufen und die Umgebungstemperatur der Heizzentrale definiert. Diese Temperatur ist die Bezugstemperatur zur Berechnung der Speicherverluste und der Zirkulationsverluste.

Nach dem Laden der Wetterdatei *Aachen* aus der zugehörigen Wetterbibliothek für Deutschland (Datensätze aus anderen Ländern können Sie zusätzlich von der CD installieren), gehen wir durch Klicken auf den roten Pfeil in den nächsten Dialog **Warmwasserverbraucher**.

Hier geben Sie den durchschnittlichen Tagesverbrauch des auf der Seite **Betriebszeiten** angegebenen Betriebszeitraumes ein, in der Regel also den durchschnittlichen Tagesverbrauch eines Jahres. Gleichzeitig wird der Gesamtverbrauch für die Betriebszeit und der daraus resultierende Energieverbrauch angezeigt. Dieser ist von den Temperaturen, die Sie im Kasten darunter angeben abhängig.

Für unser Beispiel mit dem Einfamilienhaus in Aachen wissen wir, dass 5 Personen als Verbraucher genannt werden. Wenn von einem hohen Standard ausgegangen wird, können wir von 35 Litern pro Person und Tag ausgehen, also insgesamt 175 Litern pro Tag bei einer Temperatur von 50 Grad Celsius. Dieser Tagesverbrauch wird nicht gleichmäßig über den Tag verteilt verbraucht, sondern in bestimmten Intervallen mit unterschiedlichem Zapfvolumen. Dieser Vorgang ist in den Lastprofilen abgebildet. In einer Bibliothek sind unterschiedliche Lastprofile hinterlegt, die Sie über den Button *Auswählen* laden können.

Über den Button *Parameter* können Sie dieses Lastprofil kontrollieren und auch verändern (s. Kapitel 7.1.2).

Bild 6.2.3:
Dialog zur Eingabe des
Warmwasserverbrauchs

In unserem Bungalow soll eine Warmwasser-Zirkulation eingebaut werden. Dies können Sie durch das Anklicken des Kästchens vor der Abfrage im Kopf der Seite **Parameter** im Dialog Warmwasserverbraucher angeben. Gleichzeitig erscheint eine neue Lasche mit der Seite **Zirkulation**.

Bild 6.2.4:
Dialog zur Eingabe des
Warmwasserverbrauchs, Seite Zirkulation

Auf dieser Seite werden durch Eingabe der Länge der Rohrleitungen und der spezifischen Verluste die Wärmeverluste der Zirkulation errechnet. Durch Veränderung der Temperaturspreizung können Sie den Volumenstrom, hervorgerufen durch die Zirkulationspumpe angleichen. Durch Klicken auf einzelne Stunden der Schaltuhr können Sie

die tägliche Laufzeit der Pumpe und durch Veränderung des Kästchens *alle Tage gleich* die tägliche Laufzeit für jeden Tag der Woche unterschiedlich eingeben.

Auf der letzten Seite dieses Dialoges, den **Betriebszeiten**, können Sie - unabhängig von den Angaben im Lastprofil - Auszeiten für die Warmwasserversorgung eingeben, z.B. Urlaubszeiten. In den hier ausgeklickten Betriebszeiten wird dann Verbrauch und Zirkulation zu Null gesetzt.

Damit ist der Dialog Warmwasserverbraucher vollständig ausgefüllt und wir klicken auf den roten Pfeil vorwärts und sind im Dialog **Anbindung Kollektorkreis**. Hier können Sie den Volumenstrom im Kollektorkreis und die Zusammensetzung des Wärmeträgermediums verändern, z.B. um ein low flow System nachzubilden. In diesem Fall würde der Volumenstrom im Kollektorkreis zwischen 10 und 20 l/m²/h betragen. Über die Lasche **Regelung** kommen Sie zur Definition der Parameter für die Regelung der Kollektorkreispumpe. Die dort vorgegebene Regelung entspricht einer Temperatur-Differenzsteuerung.

Durch ein weiteres Klicken auf den roten Pfeil oder auf den Button *Parameter* kommen Sie in den Dialog **Kollektorfeld**. Auf der Seite **Parameter** gelangen Sie über *Kollektor/Auswählen* in die Kollektorbibliothek, aus der Sie unter den dort aufgeführten Herstellern zu den angebotenen Kollektoren gelangen. In der Kopfleiste sind für Hersteller und Bauweise Filter angegeben, die es Ihnen ermöglichen, schnell und übersichtlich zu Ihrem gewünschten Produkt zu gelangen.

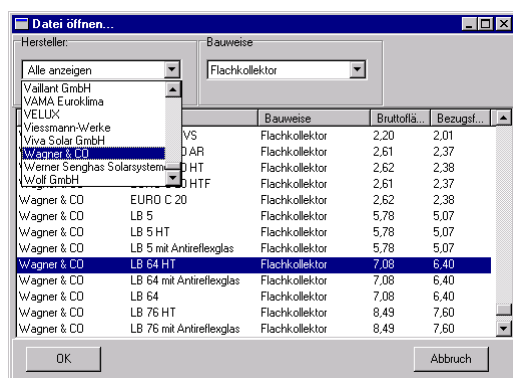


Bild 6.2.5:
Dialog zur Auswahl des Kollektors

Durch Doppelklick auf den gewünschten Kollektor oder durch OK wird die Auswahl in das Projekt übernommen. Durch die Angabe der Anzahl der Kollektoren wird Ihnen die Kollektorfläche angezeigt. Wir entscheiden uns zunächst für 3 Kollektoren mit einer Gesamt-Bezugsfläche von ca. 7 m². Die Bezugsfläche ist die aktive Fläche, die für die Umwandlung der Sonnenstrahlung zur Verfügung steht und die Fläche, die für die Ermittlung der Kollektor Koeffizienten beim Prüfinstitut zugrunde gelegt wurde. Das zuständige Prüfinstitut für die einzelnen Kollektoren finden Sie in der Anlage zum Handbuch.

Auf der nächsten Seite mit der Lasche **Aufstellung** finden Sie die Parameter für die Orientierung des Kollektorfeldes. Der Azimutwinkel ist die horizontale Abweichung zwischen dem geografischen Süden und der Kollektornormalen. In unserem Falle verläuft die Längsachse des Gebäudes von Südost nach Nordwest. Werden die Kollektoren ebenfalls parallel zu dieser Achse aufgestellt, so zeigt die Kollektornormale (die Senkrechte auf die aktive Fläche) nach Südwesten. Der Azimut ist also in unserem Fall der Winkel zwischen Süden und Südwesten, das sind +45 Grad.

Da es sich bei unserem Beispiel um eine reine Warmwasserversorgung handelt, können wir die Aufstellung der Kollektoren an der größtmöglichen Einstrahlung orientieren. Die absolute Einstrahlung sehen Sie im unteren Teil des Dialogs. Für die Orientierung Südwesten ist sie am

größten zwischen einem Aufstellwinkel von 30 bis 35 Grad. Für die Übergangszeit ist es jedoch effektiver, den steileren Winkel zu wählen. Sie können also dem Architekten bereits die Frage nach der Aufstellung beantworten: 35 Grad gegenüber der Horizontalen. Später sind wir in der Lage, diesen Winkel evtl. weiter zu optimieren, indem wir mehrere Simulationen mit unterschiedlichen Winkeln durchführen und die Ergebnisse miteinander vergleichen.

Falls Sie bereits Informationen über Rohrleitungsführungen vom Heizungskeller zu Dach haben, sind diese im Dialog auf der Seite **Verrohrung** einzutragen. Falls nicht, können die voreingestellten Werte übernehmen.

Durch Klicken auf den roten Pfeil kommen wir zum nächsten Dialog, dem **Bivalentem Warmwasserbereiter**. Da wir mit einem Warmwasserverbrauch von 175 Litern rechnen, wählen wir einen Speicher der doppelten Größe, also 350 Liter, den Sie durch Klick auf *Auswählen* aus der zugehörigen Bibliothek laden können. Falls Sie einen Speicher verwenden wollen, den Sie in der Bibliothek nicht finden, können Sie das Volumen des Speichers nach dem Laden auch verändern. Der Speicher wird dann für dieses Projekt mit den veränderten Daten abgespeichert.

Weitere Eingaben zum Speicher brauchen wir nicht vorzunehmen, die Vorgaben zur Regelung lassen wir ebenfalls unverändert. Die Vorgabe *0 K(elvin)* für die *Solltemperatur Speicher* auf der Seite **Regelung** bedeutet, dass die Temperatur des Speichers im oberen Bereich von der Solltemperatur des Warmwassers übernommen wird, die wir in unserem Fall mit 50 °C vorgegeben haben.

Ein weiterer Klick auf den roten Pfeil bringt uns zum Dialog **Heizkessel**. Aus dem Architektenplan haben wir eine Nutzfläche von 240 m² herausgelesen. Da wir einen Heizkessel definieren müssen, eine Wärmebedarfsberechnung aber noch nicht vorliegt, schätzen wir die erforderliche Leistung auf $240 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ W/m}^2 = 12 \text{ kW}$ und laden einen entsprechenden Heizölkessel aus der Bibliothek. Für die Nutzungsgrade des Kessels übernehmen wir die voreingestellten Werte.

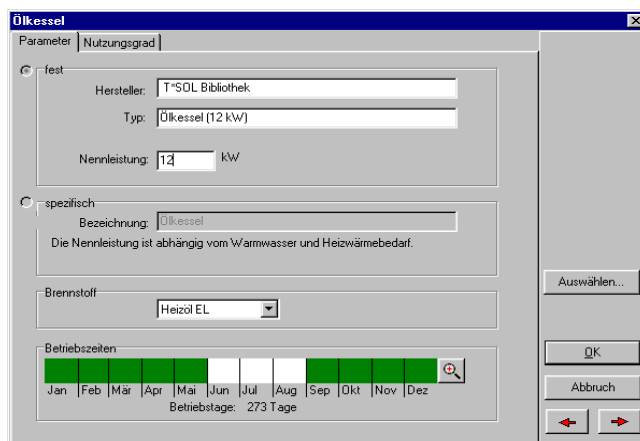


Bild 6.2.6:
Dialog zur Definition des Heizkessels

Da die Solaranlage die Warmwasserversorgung im Sommer ohne den Kessel übernehmen soll, klicken Sie die Monate Jun, Jul und Aug im Kasten Betriebszeiten aus.

Wir haben nun das Ende der Dialogkette erreicht und können mit OK den Hauptdialog verlassen.

6.2.3 Simulation

Nach der Parametrisierung der Solaranlage können Sie nun durch die Simulation die Betriebszustände während eines Jahres vorausberechnen. Die Simulation kann durch 2 Möglichkeiten gestartet werden: Durch den Button in der Symbolleiste und durch den Menüpunkt *Berechnungen/Simulation*.

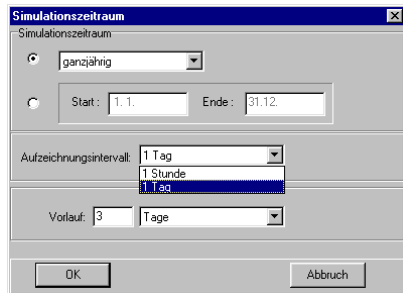


Bild 6.2.7:
Dialog zur Festlegung der Simulationsparameter

Der Simulationszeitraum ist auf 1 Jahr voreingestellt und auch das Aufzeichnungsintervall der Ergebnisse von 1 Tag ist für unsere erste Berechnung ausreichend. Der Vorlauf von 3 Tagen bedeutet, dass die Simulation 3 Tage vor der 1. Aufzeichnung (dem 1. Januar) startet.



Mit den hier eingestellten Werten startet die Simulation direkt über den Button aus der Symbolleiste.

Mit OK startet nun die Simulation und Sie haben die Möglichkeit mit Klicken auf das Symbol *Visualisierung* die Temperaturverläufe im System zu beobachten. Durch wiederholtes Klicken auf das Symbol kehren Sie in den schnellen Modus zurück und nach erfolgter Simulation erhalten Sie die folgende Meldung:

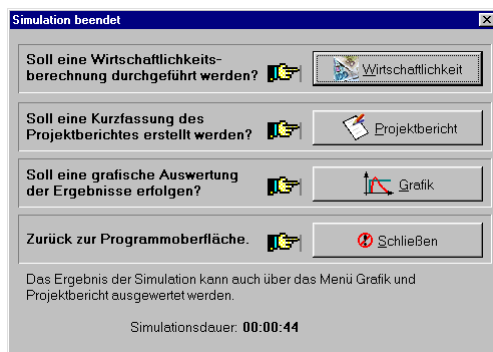


Bild 6.2.8:
Auswahl-Dialog nach Ende der Simulation

6.2.4 Auswertung

Eine erste Beurteilung der Anlage ist immer über den Projektbericht möglich. Wenn Sie den Projektbericht erstellen lassen, sehen Sie auf der 1. Seite des Berichts eine Zusammenfassung der wichtigsten Größen, Deckungsanteil und Systemnutzungsgrad. Auf dieser Seite erhalten wir auch die Antwort auf die Frage nach der Einsparung an Heizöl: Das Solarsystem spart jährlich ca. 400 Liter Heizöl ein.

Auf der 2. Seite sind die wesentlichen Eingabedaten und auf der 3. Seite 2 Grafiken zur Beurteilung des Systems.

Die erste Grafik zeigt den Verlauf des solaren Deckungsanteils über das Jahr in wöchentlichen Schritten, die zweite Grafik zeigt die maximalen Temperaturen, die die Kollektoren jeden Tag des Jahres erreicht haben. Falls Ihr Drucker beim Ausdrucken der Grafiken Schwierigkeiten bereitet, können Sie unter **Optionen | Voreinstellungen | Projektbericht** den Projektbericht auch als PDF-Dokument erstellen lassen und über Acrobat Reader® ausgeben. (Menü **Ergebnisse | Projektbericht**).



Um die Frage nach den täglichen Temperaturen im Speicher beantworten zu können, müssen Sie das Grafiktool aufrufen. Dies ist über den Befehl **Ergebnisse | Grafik** oder über das Symbol möglich.

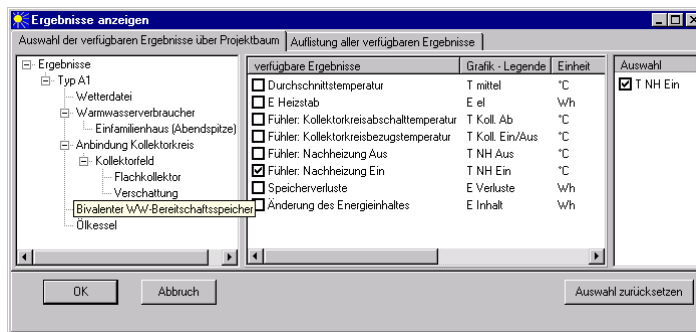


Bild 6.2.9:
Auswahl-Dialog zur grafischen
Darstellung der Ergebnisse

Sie erhalten zunächst eine Auswahl der verfügbaren Ergebnisse, die Sie für jede Komponente im Projektbaum in der linken Spalte anwählen können. Beim Bivalenten WW Bereitschaftsspeicher ist unter den verfügbaren Ergebnissen der *Fühler Nachheizung ein*, der Aufschluss über die Temperatur im oberen Teil des Speichers geben kann. Durch OK erhalten Sie zunächst einen Temperaturverlauf, der die mittleren Monatstemperaturen zeigt. Zu den Tagestemperaturen gelangen Sie, wenn Sie auf die X-Achse doppelklicken oder im Grafikenmenü den Befehl **Achsen | X-Achse** ausführen.

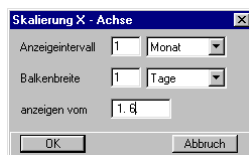


Bild 6.2.10:
Skalierung der X-Achse zur Darstellung der
Tagestemperaturen

Hier können Sie nun Anzeigeintervall und die Auflösung wählen. Geben Sie Monat und die Auflösung Tage an mit dem Startwert 1.6. Sie erhalten die täglichen Speichertemperaturen ab 1.6. dargestellt und können mit den roten Pfeiltasten das Anzeigeintervall wechseln und in den jeweils nächsten Monat springen.

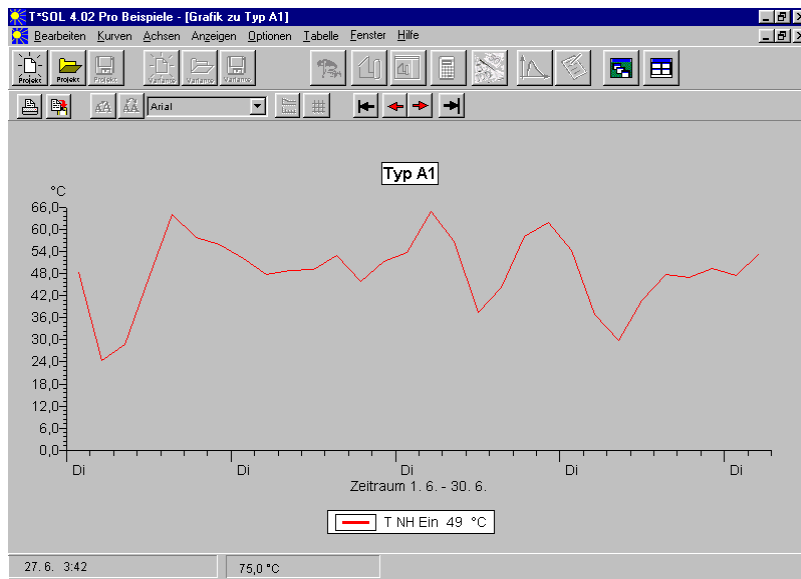


Bild 6.2.11:
Grafische Darstellung
der Tagestemperaturen

Die Frage nach der Anzahl der Tage, an denen der Speicher 35 Grad nicht erreicht, lässt sich nun anhand der Grafik beantworten. Noch leichter haben Sie es, wenn Sie die Grafik über den Befehl **Tabelle** in der Menüleiste in eine Tabelle umwandeln.

Einen noch genaueren Verlauf der Temperatur erhalten Sie, wenn die Auflösung der Temperatur stündlich dargestellt wird. Hierzu ist es allerdings notwendig, die Werte in stündlicher Form während der Simulation aufzuzeichnen. Gehen Sie zurück in den Befehl **Berechnungen | Simulation** und stellen Sie das Aufzeichnungsintervall auf 1 Stunde. Simulieren Sie erneut und lassen Sie sich die Grafik in einer Auflösung von 1 Stunde anzeigen! Wählen Sie hierzu das Anzeigintervall 1 Tag.

Führen Sie das Beispiel fort, indem Sie überlegen, wie die Anzahl der Tage verringert werden kann, an denen die Temperatur unter 35 °C fällt. Verändern Sie einzelne Parameter wie Speichergröße, Aufstellwinkel und Kollektorfläche! Simulieren Sie erneut und bewerten Sie die Ergebnisse.

Zum Schluss noch die Frage des Architekten nach weiteren baulichen Maßnahmen. Schlagen Sie vor, Warmwasseranschlüsse für Waschmaschine und Geschirrspüler vorzusehen und diese Geräte anzuschließen. Diese Maßnahme erhöht den Warmwasserverbrauch um täglich 20 bis 40 Liter, die von der Solaranlage gedeckt werden können, und spart wertvollen Strom.

7 Anlagenparametrierung

In diesem Kapitel werden die Dialoge zur Eingabe der T*SOL®-Parameter beschrieben und Hinweise zu den verschiedenen Eingabemöglichkeiten gegeben.

Zuerst werden die Vorgaben-Dialoge erläutert.

Danach werden die in der Grundversion des Programms enthaltenen Standardanlagen und sämtliche Komponenten, aus denen die einzelnen Anlagen bestehen, aufgeführt.

Anschließend werden die Schwimmbad- und SysCat-Anlagen sowie die in diesen Anlagen zusätzlich auftretenden bzw. modifizierten Komponenten beschrieben.

7.1 Vorgaben

7.1.1 Wetterdatei

Über *Auswählen* gelangen Sie in den Wetter-Ordner. Markieren Sie den dem vorgesehenen Standort Ihrer Solaranlage nächstgelegenen Ort und drücken Sie *Öffnen*. Die Wetterdaten werden damit in Ihr Projekt übernommen. Tragen Sie nun noch den Standort der Solaranlage ein und verlassen Sie den Dialog mit *OK*.

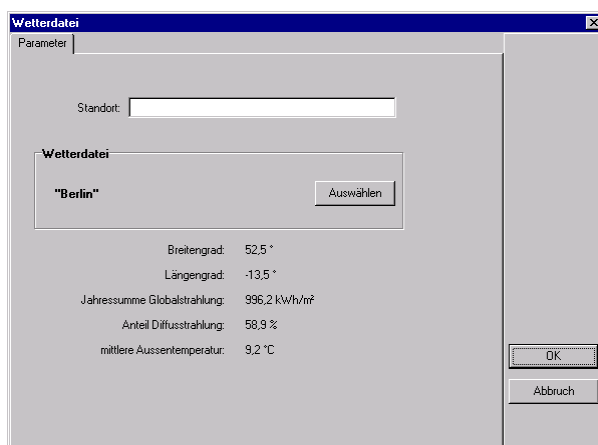


Bild 7.1.1:
Dialog zur Auswahl der Wetterdatei

Standardmäßig werden bei der Installation die deutschen Wetterdaten im Programm T*SOL® hinterlegt. Auf der CD befinden sich jedoch Wetterdatensätze für weitere Länder. Nach erfolgreicher T*SOL®-Installation können Sie diese in das Programm einfügen, indem Sie die CD noch einmal starten und über die Schaltfläche *Zusätzliche Wetterdatensätze installieren* die benötigten Länder auswählen.

Über die mitgelieferten Wetterdatensätze hinaus haben Sie die Möglichkeit, weitere Wetterdaten zu nutzen.

Das Laden von Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes in Form von Testreferenzjahren (Dateiendung *.try) ist möglich. Die von T*SOL® benötigten Daten werden automatisch ausgewählt.

Mit dem Schweizer Programm METEONORM (Bezug über Dr.-Ing. G. Valentin + Partner) können Wetterdatensätze von beliebigen Standorten weltweit erzeugt werden.

Dieses Programm bietet ab Version 4.0 die Möglichkeit, die erzeugten Daten in einem T*SOL®-Importformat auszugeben.

Um die von METEONORM erzeugten Dateien in T*SOL®-Wetterdateien zu konvertieren, müssen Sie zuerst für das Ausgabeformat (Stundenwerte) den Punkt T/PVSOL anklicken.

Nachdem Sie die stündlichen Werte in METEONORM für Ihren Standort erzeugt haben, speichern Sie diese Stundenwerte als Datei mit der Endung .dat ab, am besten in Ihr aktuelles T*SOL®-Wetterverzeichnis (z.B. c:\Programme\TSOL40\Bibliotheken\Wetter) und unter dem vollen Ortsnamen.

Wenn Sie T*SOL® das nächste Mal öffnen, werden die zusätzlich installierten Wetterdateien mit angezeigt, wenn Sie im Öffnen-Dialog den entsprechenden Dateityp (.wbv, .dat oder .try) bzw. *Alle Wetterdateien* gewählt haben.

7.1.2 Warmwasserverbraucher

Der Warmwasserbedarf und seine Verteilung über das Jahr sind entscheidende Größen bei der Simulation einer Solaranlage.

Auf der Seite **Parameter** wird der durchschnittliche Tagesverbrauch (es kann mit einem Tagesverbrauch von 35-45 l pro Bewohner gerechnet werden) oder der Jahresverbrauch erfasst. Des weiteren sind die Kaltwassertemperaturen im Februar und August sowie die Warmwasser-Solltemperatur einzugeben. Der resultierende Jahresenergiebedarf wird angezeigt.

*Bild 7.1.2:
Dialog zur Festlegung des
Warmwasserbedarfs*

Über die Schaltfläche *Auswählen* kann ein Lastgang (Verbrauchsprofil) aus der Bibliothek geladen werden.

Falls eine Zirkulation vorgesehen ist, setzen Sie das entsprechende Häkchen. Damit erscheint die Seite **Zirkulation**. Hier sind die einfache Länge des Rohrnetzes, die Temperaturspreizung von Vor- und Rücklauf und die spez. Verluste anzugeben. Die Betriebszeiten der Zirkulation werden durch Anklicken der Felder in der Uhr festgelegt (grünes Feld = in Betrieb). Sie können für alle Wochentage gleich oder für jeden extra definiert werden. Die Jahreszirkulationsverluste werden angezeigt.

Die Eingabe *Temperaturspreizung* wird benötigt, um die Rücklauftemperatur in den Speicher bei Warmwassersolltemperatur zu ermitteln.

Beispiel: Zirkulationsverlust = $2 \cdot [\text{einfache Länge des Rohrnetzes}] \cdot [\text{spez. Verluste}] \cdot \text{W/m} \cdot ([\text{Warmwasser-Solltemperatur}] - 20 \text{ °C}) \cdot [\text{Betriebsstunden}] \text{ h}$. Nach der Simulation können sich die Zirkulationsverluste verändern, da dann die Zirkulationsverluste mit der Speicherausgangstemperatur gerechnet werden.

Auf der Seite **Betriebszeiten** wird definiert, an welchen Tagen des Jahres Warmwasser verbraucht wird. Durch Anklicken der Monatsleiste können ganze Monate ein- oder ausgeschaltet werden, über ein Anklicken der Lupe einzelne Tage (grünes Feld = in Betrieb).

Falls die mitgelieferten Verbrauchsprofile nicht Ihren Bedingungen entsprechen, können Sie weitere definieren. Wählen Sie dazu auf der Seite **Parameter** das für Sie günstigste Profil aus. Über die Schaltfläche *Parameter* gelangen Sie in seine grafische und tabellarische Darstellung. Vergeben Sie zunächst einen neuen Namen und drücken Sie die Schaltfläche *Speichern*. So erzeugen Sie eine neue Profil-Datei und verhindern, dass die ursprünglich ausgewählte überschrieben wird. Danach können Sie Modifizierungen vornehmen.

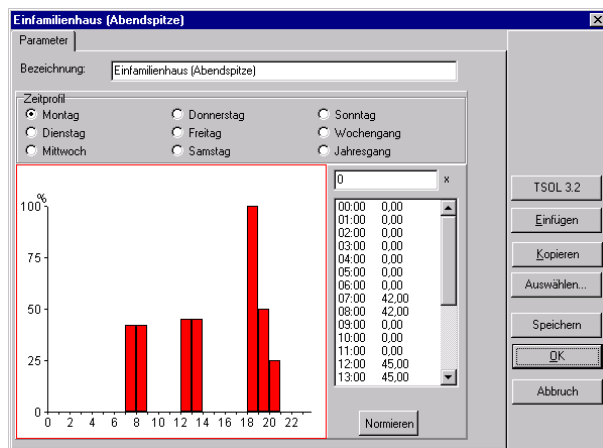


Bild 7.1.3:
Dialog zur Definition von Verbrauchsprofilen

Das Profil wird für jeden Wochentag, die gesamte Woche und das Jahr grafisch und als Tabelle dargestellt. Verändern können Sie es über die Tabelle:

- Klicken Sie mit der Maus in die Tabelle.
- Markieren Sie mit dem Cursor den Wert, den Sie verändern möchten.
- Der Wert wird dann automatisch in die Kopfzeile des Tabellenfensters geladen.
- Geben Sie in der Kopfzeile den gewünschten Wert über die Tastatur ein.
- Gehen Sie mit dem Cursor auf einen anderen Wert.
- Jetzt ist der neue Wert geladen und die grafische Darstellung wird sofort aktualisiert.

Wenn Sie von einem vorhandenen Profil ausgehen und nur wenige Werte ändern wollen, tragen Sie prozentuale Werte bezogen auf den jeweiligen Maximalwert (stets 100 %) ein. Ändern Sie alle Werte, können Sie auch die absoluten Werte eintragen. Drücken Sie danach die Schaltfläche *Normieren*, werden die Werte prozentual umgerechnet. Diese Umrechnung geschieht sonst automatisch beim Speichern oder beim Verlassen des Dialogs mit *OK*.

Auf diese Art und Weise definieren Sie die Stunden-, Tages- und Monatsverbräuche.

Über die Schaltflächen *Kopieren* und *Einfügen* können Sie sowohl die Tagesprofile von einem Wochentag zum anderen übertragen, als auch die Werte in ein Textverarbeitungs- oder

Tabellenkalkulationsprogramm einlesen, sie dort bearbeiten und sie danach nach T*SOL® zurückschreiben. Sie können auch Werte aus einem anderen Programm übernehmen, wenn sie dort im richtigen Format (pro Zeile ein Wert; für Tagesprofile 24, für Wochenprofile 7 und für Jahresprofile 12 Werte) vorliegen.

Speichern Sie das Profil, um es auch in anderen Projekten verwenden zu können.

Wenn Sie den **Warmwasserverbraucher deaktivieren** wollen, so können Sie das durch folgende Einstellungen erreichen:

- Dialog Warmwasserverbraucher | Parameter:
Zirkulation ausschalten
Solltemperatur = 20°C
Kaltwassertemperaturen = 20°C
- Dialog Warmwasserspeicher | Regelung:
Maximaltemperaturbegrenzung für Kollektorkreis = 20°C
Solltemperatur Speicher auf *relativ zur WW-Solltemperatur* setzen

Die Eingabe eines Verbrauchs von 0 Litern ist nicht zulässig und würde eine Beladung durch das Kollektorfeld und den Kessel auch nicht verhindern.

7.1.3 Heizwärmebedarf

Der aktuelle Heizwärmebedarf wird aus den Auslegungsdaten, der aktuellen Außentemperatur sowie der Einstrahlung berechnet.

Auf der Seite **Wärmebedarf** werden dazu der Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf, die beheizte Nutzfläche sowie die Rauminnen-, Normaußen- und Heizgrenztemperatur eingetragen. Die sich daraus ergebenden Größen spez. Normwärmestrombedarf, Jahresheizwärmebedarf und spez. Jahresheizwärmebedarf werden angezeigt.

Bild 7.1.4:
Dialog zur Erfassung des Heizwärmebedarfs

Über die Seite **Fremdwärme** werden zur Ermittlung des solaren Fremdwärmeanfalls die auf die Bruttogeschossfläche bezogene Fensterfläche und der Fenstertyp erfasst. Außerdem ist der innere Fremdwärmeanfall (z.B. von elektrischen Geräten erzeugte Wärme) einzugeben.

Auf der Seite **Betriebszeiten** wird definiert, an welchen Tagen des Jahres die Heizung genutzt werden soll. Durch Anklicken der Monatsleiste können ganze Monate ein- oder ausgeschaltet werden, über ein Anklicken der Lupe einzelne Tage (grünes Feld = in Betrieb). Über die Uhr können durch Anklicken der Felder Absenkungszeiten (normalerweise Nachtabenkung)

definiert werden (grünes Feld = Absenkungszeit). Wird das Häkchen bei *alle Tage gleich* entfernt, können Sie spezielle Zeiten für jeden Wochentag festlegen. Die einzutragende Raumtemperaturabsenkung bezieht sich auf die auf der ersten Seite eingetragene Innentemperatur.

7.1.4 Hauptdialog



Nach der Systemauswahl gelangen Sie über die Schaltfläche oder über einen Doppelklick auf das Anlagenschema außerhalb der Komponenten in den **Hauptdialog**. Hier werden allgemeine Festlegungen zur gewünschten Systemvariante getroffen.

Sie haben auf der Seite **Vorgaben** die Möglichkeit, einen *Variantenamen* zu vergeben.

Des weiteren können hier die Vorgaben bezüglich *Wetter*, *Warmwasser*- und *Heizwärmebedarf* festgelegt werden.

Auf der Seite **Komponenten** sind die Anlagenteile aufgeführt.

Die Schaltflächen *Parameter* führen Sie in die jeweiligen Parametrierungsdialoge.

Über die Schaltflächen *Auswählen* haben Sie die Möglichkeit, Bibliothekskomponenten einzubinden.

Um alle Eingaben zu übernehmen, werden die Dialoge mit *OK* bzw. über die roten Pfeiltasten verlassen. Eine Beendigung mit *Abbruch* führt dazu, dass alle Änderungen des betreffenden Dialogs zurückgesetzt werden.

Besonders wichtig ist die Seite **Regelung**. Hier treffen Sie, abhängig vom gewählten Anlagenschema, Festlegungen bezüglich der Warmwasser-Vorrangschaltung, der Legionellenschaltung (s. Kapitel 7.3.9.1) und der Speicherumschichtung.

Auf der Seite **Einsparungen** können Sie eine *Referenzanlage* definieren, bezüglich derer die Schadstoffberechnungen durchgeführt werden.

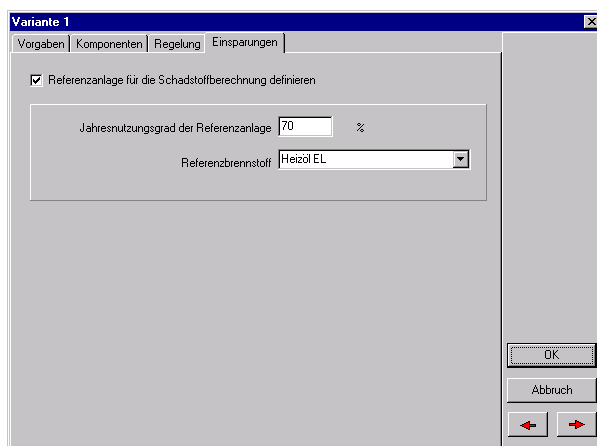


Bild 7.1.5:
Hauptdialog der Standardanlagen, Seite
Einsparungen

Im abgebildeten Beispiel werden damit nicht nur die Einsparungen gegenüber dem eingesetzten Holzpellets-Ofen, sondern die Schadstoffreduzierung gegenüber dem bisher genutzten Ölkessel mit einem Nutzungsgrad von 70 % berechnet und im Projektbericht ausgewiesen.

7.2 Standardanlagen

7.2.1 A1 - Warmwassersysteme mit bivalentem Speicher

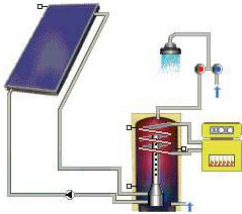


*Bild 7.2.1
Warmwassersysteme
Beispiel: A1.1 - System mit Schichtenladevorrichtung*

Dies ist der einfachste Anlagentyp mit nur einem Speicher (bzw. einer Speichergruppe). Dieser dient sowohl als Solar- als auch als Bereitschaftsspeicher.

Dieser Anlagentyp empfiehlt sich bei der Neuplanung von Kleinanlagen, wenn keine bereits vorhandenen Trinkwasserspeicher genutzt werden können.

Die zur Auswahl stehenden Standardanlagen unterscheiden sich hinsichtlich des Vorhandenseins einer Schichtenladevorrichtung und bezüglich der Art der zusätzlichen Erwärmung des Wassers (Zusatzheizung oder Heizstab im Speicher).

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- bival. Warmwasserspeicher (s. Kapitel 7.3.5.2)
- ggf. Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

7.2.2 A2 - Warmwassersysteme (2 Speicher)

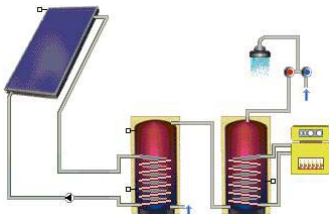


*Bild 7.2.2:
Warmwassersysteme mit zwei Speichern
Beispiel: A2 - System ohne Schichtenladevorrichtung*

Dies ist ein Anlagentyp mit zwei Speichern bzw. Speichergruppen. Der erste dient als Solarspeicher, der zweite, nachgeschaltete, als Bereitschaftsspeicher.

Auf der Seite **Regelung** des **Hauptdialogs** haben Sie die Möglichkeit, eine Speicherumschichtung für den Fall vorzusehen, dass die obere Temperatur im Solarspeicher größer ist als im Bereitschaftsspeicher. Das Ein- und Ausschalten der Pumpe wird über die Temperaturdifferenz zwischen Solar- und Bereitschaftsspeicher definiert.

Des weiteren kann eine Legionellenschaltung zur kurzzeitigen Aufheizung der Speicherguppe vorgesehen werden. Dafür wird ein fester Zeitraum an einem oder mehreren Wochentagen festgelegt.

Diese Konfiguration bietet sich an, wenn aufgrund ihrer Größe die Anlage mit mehreren Speichern versehen wird oder ein bereits vorhandener Bereitschaftsspeicher weiter verwendet werden soll.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.1)
- Solarspeicher (s. Kapitel 7.3.5.1)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

7.2.3 A3 - Warmwassersysteme mit Heizungspufferspeicher

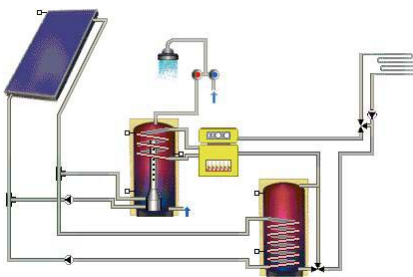


Bild 7.2.3:
Warmwassersysteme mit Heizungspufferspeicher
Beispiel: A3.1 - System mit Schichtenladevorrichtung

Dieser Anlagentyp ermöglicht die Heizungsunterstützung durch die Solaranlage. Es werden zwei Speicher durch den Kollektorkreis geladen, wobei der Warmwasser- gegenüber dem Heizungspufferspeicher vorrangig beladen wird. Im **Hauptdialog** (Seite Regelung) wird die Warmwasser-Vorrangschaltung bezüglich der Zusatzheizung vereinbart.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- bival. Warmwasserspeicher (s. Kapitel 7.3.5.2)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)
- monoval. Heizungspufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.4)

7.2.4 A4 - Warmwassersysteme (2 Speicher) mit Heizungspufferspeicher

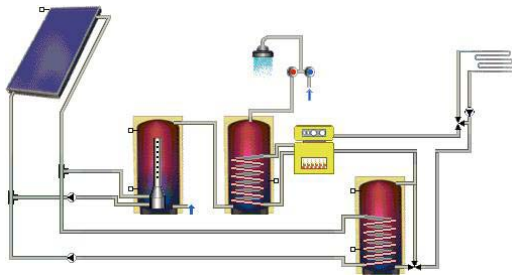


Bild 7.2.4
Zweispachersysteme mit Heizungspufferspeicher
Beispiel: A4.1 - System mit Schichtenladevorrichtung

Die Zweispeicheranlage (s.o.) wird um einen Pufferspeicher zur Heizungsunterstützung erweitert.

Durch den Heizkessel werden sowohl der Warmwasser-Bereitschaftsspeicher als auch der Heizungs-Pufferspeicher im oberen Bereich auf der erforderlichen Solltemperatur gehalten.

Auf der Seite **Regelung** des **Hauptdialogs** haben Sie die Möglichkeit, eine Speicherumschichtung für den Fall vorzusehen, dass die obere Temperatur im Solarspeicher größer ist als im Bereitschaftsspeicher. Das Ein- und Ausschalten der Pumpe wird über die Temperaturdifferenz zwischen Solar- und Bereitschaftsspeicher definiert.

Des weiteren kann eine Legionellenschaltung zur kurzzeitigen Aufheizung der Speichergruppe vorgesehen werden. Dafür wird ein fester Zeitraum an einem oder mehreren Wochentagen festgelegt.

Auf dieser Seite wird ebenfalls die Warmwasser-Vorrangschaltung bezüglich der Zusatzheizung vereinbart.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.1)
- Solarspeicher (s. Kapitel 7.3.5.1)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)
- monoval. Heizungspufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.4)

7.2.5 A5 - Kombispeichersysteme

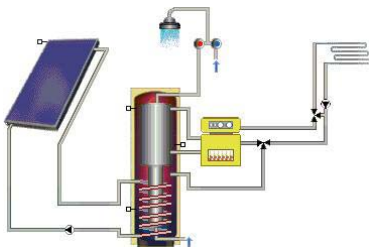


Bild 7.2.5:
Kombispeichersysteme
Beispiel: A5.2 - Tank-in-Tank-System für Warmwasser
und Heizung

Die zur Verfügung stehenden Standardanlagen unterscheiden sich durch den eingesetzten Kombispeicher.

Der Tank-im-Tank-Speicher besteht aus einem relativ kleinen Trinkwasserspeicher und einem größeren Speicher, der ihn umschließt. Dieser wird im unteren Teil durch die Solaranlage und im oberen durch die Zusatzheizung erwärmt.

Der andere Typ des Kombispeichers enthält einen internen Wärmetauscher zur Trinkwassererwärmung, der sich durch den gesamten Speicher zieht. Er wird ebenfalls im unteren Bereich durch die Solaranlage und im oberen durch die Zusatzheizung erwärmt.

Auf der Seite **Regelung** des **Hauptdialogs** kann die Warmwasservorrangschaltung für die Zusatzheizung gesetzt werden.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- Kombispeicher (Tank im Tank s. Kapitel 7.3.5.3.1 bzw. int. Wärmetauscher s. Kapitel 7.3.5.3.2)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- ggf. Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)

7.2.6 A6 - Pufferspeichersysteme

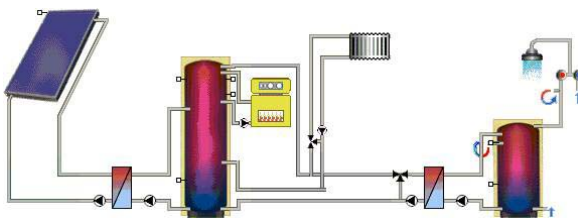


Bild 7.2.6:
Pufferspeichersysteme
Beispiel: A6 - System für Warmwasser
und Heizung

Diese Großanlagen sind durch einen Pufferspeicher mit Zusatzheizung und externe Wärmetauscher gekennzeichnet. Sie unterscheiden sich bezüglich des Vorhandenseins einer Heizungsunterstützung.

Auf der Seite **Regelung** des **Hauptdialog** wird die Warmwasser-Vorrangschaltung gesetzt, welche bewirkt, dass bei nicht ausreichender Kesselleistung zuerst der Warmwasser-Bereitschaftsspeicher versorgt wird.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- ggf. Heizkreis (s. Kapitel [7.3.7](#))
- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel [7.3.1](#)), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel [7.3.2](#)), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel [7.3.3](#))
 - Verschattung (s. Kapitel [7.3.4](#))
- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel [7.3.8](#))
- Pufferspeicher (s. Kapitel [7.3.5.5](#))
- Zusatzheizung (s. Kapitel [7.3.6](#))
- Warmwasserbereitung (s. Kapitel [7.3.9](#)), enthält
 - ext. Wärmetauscher (s. Kapitel [7.3.8](#))
 - WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel [7.3.5.6](#))

7.3 Komponenten der Standardanlagen

Die Dialoge zur Definition der Komponenten können über folgende Wege erreicht werden:

- Menü Parameter
- Hauptdialog
- Anlagenschema

T*SOL[®] benötigt je nach ausgewählter Anlage eine Auswahl der aufgeführten Komponenten.



Mit Hilfe der Pfeiltasten am rechten Rand der Dialogfenster können Sie zwischen den Dialogen der einzelnen Komponenten wechseln.

7.3.1 Anbindung Kollektorkreis

Auf der Seite **Kollektorkreis** kann über die Schaltfläche *Parameter* das Kollektorfeld definiert werden, Sie gelangen jedoch auch über die Pfeiltaste in diesen Dialog.

Der *Volumenstrom* gibt an, wieviel Liter des Wärmeträgermediums pro Stunde absolut oder pro Quadratmeter der Kollektorfläche durch den Kollektor fließen sollen. Dieser Volumenstrom bestimmt maßgeblich, welche Temperatur im Vorlauf des Kollektorkreises transportiert wird. Von dieser Eingabe hängt auch die Berechnung des Rohrquerschnitts des Kollektorfeldes ab.

Als *Wärmeträgermedium* kann Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch eingesetzt werden. Die daraus resultierende spezifische Wärmekapazität wird angezeigt.

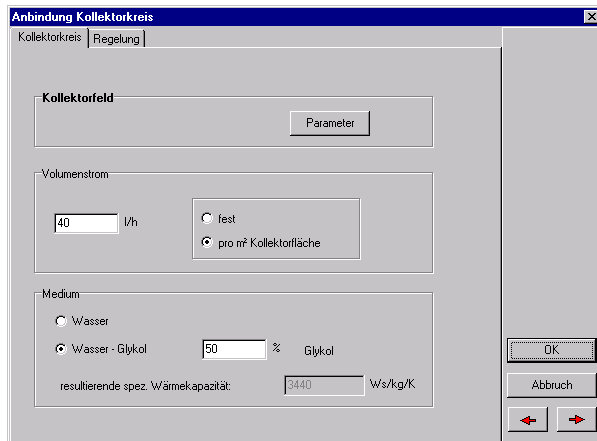


Bild 7.3.1:
Dialog zur Anbindung des Kollektorkreises

Auf der Seite **Regelung** werden die Temperaturdifferenzen zwischen Kollektorvorlauf- und Speicherbezugstemperatur festgelegt, bei denen die Kollektorkreispumpe ein- bzw. ausgeschaltet wird.

Bei Anlagen mit externem Wärmetauscher enthält dieser Dialog die zusätzliche Seite **Speicheranbindung**, über die der Wärmetauscher ausgewählt werden kann. Für den Sekundärkreis können Sie den Volumenstrom absolut oder pro m² Kollektorfläche eingeben. Durch die Auswahl *Drehzahlgeregelte Pumpe* im Sekundärkreis können Sie festlegen, dass die Pumpe im Sekundärkreis drehzahl geregelt betrieben wird. Das bedeutet, dass der Volumenstrom der Pumpe so geregelt wird, dass eine Solltemperatur erreicht wird. Diese Solltemperatur können Sie fest vorgeben oder relativ zur Speichertemperatur eingeben.

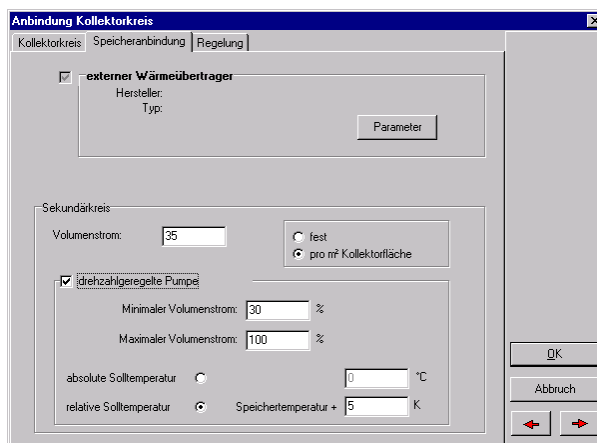


Bild 7.3.2:
Dialog zur Anbindung des Kollektorkreises für
Anlagen mit externem Wärmetauscher, Seite
Speicheranbindung

7.3.2 Kollektorfeld

Die Werte des Kollektorfeldes werden auf mehreren Seiten erfasst.

Auf der Seite **Parameter** wird die Anzahl und über die Schaltfläche *Auswählen* der gewünschte **Kollektor** aus der Bibliothek geladen. Über die Schaltfläche *Parameter* können Sie seine Kenndaten ansehen.

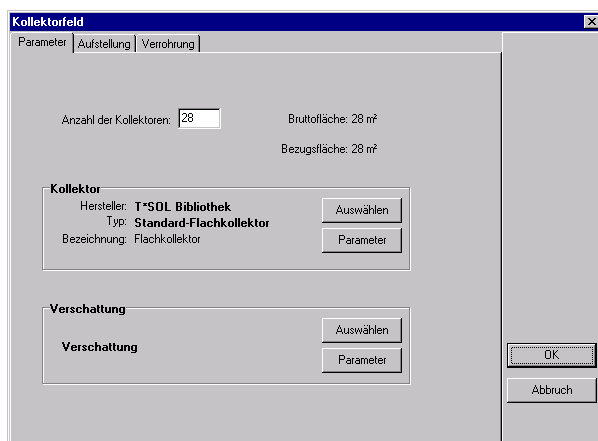


Bild 7.3.3:
Dialog zur Definition der Parameter des
Kollektorfeldes

Entscheidend für den Ertrag der Solaranlage ist die **Verschattung**, die Sie über *Auswählen* aus der Bibliothek laden und/oder über *Parameter* definieren. Zur Definition von Verschattungsprofilen lesen Sie bitte das Kapitel 7.3.4.

Auf der nächsten Seite wird die **Aufstellung** des Kollektorfeldes festgelegt.

Die *Ausrichtung* (Azimutwinkel) beschreibt die Abweichung der Normalen der Kollektor-Fläche von der Südrichtung. Sie beträgt 0°, wenn die Fläche genau nach Süden ausgerichtet sind. Der Azimutwinkel wird positiv bei Ausrichtungen in Richtung Westen und negativ bei Ausrichtungen in Richtung Osten. Eine Ausrichtung nach Westen entspricht damit +90°, eine Ausrichtung nach Osten -90°.

Der *Aufstellwinkel* (Neigung) beschreibt den Winkel zwischen der Waagerechten und der Kollektorfläche. Er ist 0°, wenn die Kollektoren flach auf dem Boden liegen und 90°, wenn sie senkrecht stehen.

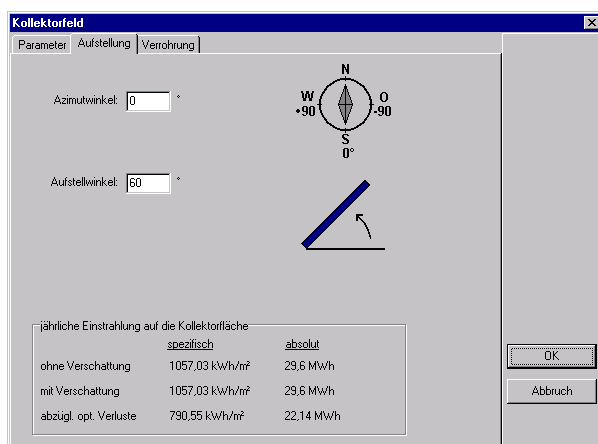


Bild 7.3.4:
Dialog zur Aufstellung des Kollektorfeldes

Aus Aufstellung und Ausrichtung errechnet der Strahlungsprozessor die Einstrahlung auf die geneigte Fläche, die in der Tabelle im unteren Teil der Seite angezeigt wird.

Mindestabstand der Kollektorreihen.

Grundlage der Berechnung ist, dass die Kollektorreihen zur Wintersonnenwende um 12.00 Uhr sich nicht gegenseitig verschatten.

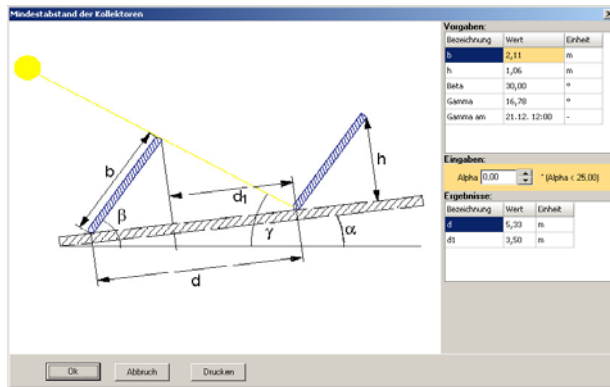


Bild 7.3.5:
Dialog zur Ermittlung des Mindestabstandes
der Kollektorreihen

Der vorgeschlagene Abstand ist also eine Funktion des Aufstellwinkels β (Beta), des Sonnenwinkels γ (Gamma) am 21.12. um 12.00Uhr und der Abmessung des Kollektors.

Die gegenseitige Verschattung der Kollektoren wird bei den Berechnungen nicht berücksichtigt

Auf der Seite **Verrohrung** wird Folgendes eingegeben:

Die einfache *Länge der Verrohrung* und die *Wärmeleitzahl der Dämmung* wird unterteilt nach *im Haus*, *im Freien* und *zwischen den Kollektoren* eingegeben. Die Unterscheidung hat Einfluss auf die Berechnung der Rohrleitungsverluste im Kollektorkreis.

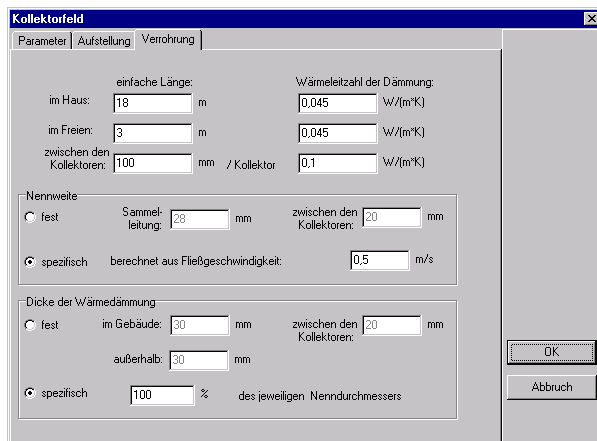


Bild 7.3.6:
Dialog zur Verrohrung des Kollektorfeldes

Die *Nennweite der Rohre* im Kollektorkreis kann direkt eingegeben oder berechnet werden.

Bei Auswahl von *spezifisch* berechnet das Programm den Rohrdurchmesser anhand der einzugebenden *Fließgeschwindigkeit*. Da sich bei der Berechnung ungerade Werte ergeben, wählt das Programm automatisch die nächstgrößere DIN-Rohrnenndweite. Eine Änderung von Hand ist jederzeit möglich.

Die *Dicke der Wärmedämmung* kann explizit oder in Prozent des Nenndurchmessers angegeben werden. In diesem Fall stehen folgende Dämmstärken zur Verfügung: 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 65 mm, 80 mm und 100 mm. Für Werte bis 80 mm wird die Dicke der Wärmedämmung auf den nächsthöheren dieser Nenndurchmesser gesetzt, für Werte über

80 mm wird mit einem Nenndurchmesser von 100 mm gerechnet. Empfohlen werden für die spezifische Festlegung 100 %, d.h. die Dicke der Wärmedämmung entspricht in etwa dem Nenndurchmesser.

7.3.3 Kollektor

Der zu verwendende Kollektor wird über die Schaltfläche *Auswählen* aus der T*SOL®-Bibliothek geladen. Die relevanten Parameter werden angezeigt.

Die *Bruttofläche* berechnet sich aus den äußeren Abmessungen des Kollektors; die spezifischen Kollektorkennwerte beziehen sich in der Regel jedoch nicht auf die Bruttofläche, sondern auf eine *Bezugsfläche*, die den Testberichten der Prüfinstitute entnommen ist.

Bei Flachkollektoren ist die Bezugsfläche je nach Testinstitut die Absorberfläche oder die Aperturfläche. Bei Röhrenkollektoren (z.B. mit Spiegelkonstruktionen mit senkrecht stehendem Absorber) ist die Bezugsfläche häufig ohne praktischen Bezug, eine rein theoretische Größe.

Bild 7.3.7:
Anzeige der Kollektorkennwerte

Die Konversions- und Winkelkorrekturfaktoren bestimmen die optischen Verluste, d.h. wieviel der eingestrahnten Energie durch Reflektionen am Glas und am Absorber verloren geht. Der Rest wird vom Kollektor absorbiert.

Der *Konversionsfaktor* (in %) gibt an, wieviel bei Einstrahlung senkrecht zur Kollektorfläche absorbiert wird.

Die zusätzlichen Reflektionsverluste bei nicht senkrecht zur Kollektorfläche stehender Sonne werden durch die Winkelkorrekturfaktoren beschrieben.

Für die diffuse Einstrahlung wird ein konstanter *diffuser Winkelkorrekturfaktor* angesetzt. Für den direkten Strahlungsanteil werden diese in Abhängigkeit des Einfallswinkels bestimmt. Hierbei werden Flach und Röhrenkollektoren unterschiedlich behandelt.

Bei Flachkollektoren werden aus dem Winkelkorrekturfaktor für den Einfallswinkel bei 50% Abweichung von der Senkrechten die Verlustfaktoren für sämtliche Einfallswinkel berechnet.

Bei Röhrenkollektoren unterscheiden sich die Reflektionsverluste in Abhängigkeit davon, ob die Einstrahlung in Längsrichtung oder in Querrichtung zur Röhre reflektiert wird. Diese Abhängigkeiten lassen sich aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Bauweisen nicht durch einen Eingabewert beschreiben. Es müssen in 5°-Abständen für alle Einfallswinkel zwischen 0 und 90° die Winkelkorrekturfaktoren längs und quer zur Röhre gegeben sein. In Querrichtung

können diese Faktoren aufgrund von Konzentration am gekrümmten Glas oder durch Spiegelkonstruktionen Werte größer 100% annehmen.

Die vom Kollektor absorbierte und abzüglich der Wärmeverluste an den Kollektorkreis abgegebene Leistung berechnet sich wie folgt:

$$P = G_{\text{dir}} \cdot \eta_o \cdot f_{\text{IAM}} + f_{\text{IAM, diff}} \cdot G_{\text{diff}} \cdot \eta_o - k_o \cdot (T_{\text{Km}} - T_L) - k_q \cdot (T_{\text{Km}} - T_L)^2$$

mit G_{dir} direkter Einstrahlungsanteil bezogen auf die geneigte Kollektorfläche
 G_{diff} diffuse Einstrahlung bezogen auf die geneigte Kollektorfläche
 T_{Km} mittlere Temperatur im Kollektor
 T_L Lufttemperatur
 f_{IAM} Winkelkorrekturfaktor

Nach Abzug der optischen Verluste (Konversionsfaktor und Winkelkorrekturfaktoren) geht ein Teil der absorbierten Strahlung durch Wärmetransport- und Abstrahlung an die Umgebung verloren. Diese Verluste werden durch die Wärmedurchgangskoeffizienten beschrieben.

Der *Wärmedurchgangskoeffizient* (Wärmeverlustbeiwert) gibt an, wieviel Wärme der Kollektor pro Quadratmeter Bezugsfläche und Grad Kelvin Temperaturunterschied zwischen Kollektormitteltemperatur und Umgebung an seine Umgebung abgibt.

Er wird in zwei Teile zerlegt, den einfachen und den quadratischen Teil. Der einfache Teil (in $\text{W/m}^2/\text{K}$) wird mit der einfachen Temperaturdifferenz, der quadratische (in $\text{W/m}^2/\text{K}$) wird mit dem Quadrat der Temperaturdifferenz multipliziert. Hierdurch entstehen die üblicherweise angegebenen Wirkungsgrad-Parabeln.

Die *spezifische Wärmekapazität* gibt die Wärmemenge pro Quadratmeter Bezugsfläche an, die der Kollektor inklusive Wärmeträgerinhalt bei einer Temperaturerhöhung um 1 Kelvin speichern kann. Sie wird in $\text{Ws/m}^2\text{K}$ angegeben. Diese entscheidet, wie schnell der Kollektor auf die Einstrahlung reagiert. Der Einfluss dieser Größe ist nur bei relativ kleinem Rohrleitungsnetz von Bedeutung, da andernfalls die Kapazität des Rohrleitungsnetzes überwiegt.

7.3.4 Verschattung

Die Eingabe der Verschattung im Programm erfolgt in zwei Arbeitsschritten. Sie können einen Horizont eintragen und mittelnähe Objekte definieren. Mittelnähe heißt, dass es sich um Objekte handelt, die bei der Verschattungsberechnung noch so berücksichtigt werden können, dass sie zu bestimmten Zeiten den gesamten Kollektor verschatten.

Die Winkelangaben zum Azimut beziehen sich auf die Süd-Richtung. Der Osten wird mit -90° und der Westen mit $+90^\circ$ eingetragen.

Um den Horizont bzw. Objekte, die für die Verschattung Ihrer Kollektoren relevant sein können, in den Verschattungseditor aufnehmen zu können, ist es erforderlich, dass Sie sich die markanten Punkte der Horizontlinie von Ihrer Solaranlage aus notiert haben.

Dies können Sie mit einfachen Hilfsmitteln, wie etwa einem Kompass und einem Winkelmesser, mit einem von einigen Herstellern angebotenen Sonnenbahnindikator oder komfortabel mit einer Digitalkamera und einer Bearbeitungssoftware vorbereiten.

Ein Punkt des Horizonts besteht jeweils aus dem Azimut, also aus dem Winkel in der Horizontalen gemessen, wobei der Süden als Null-Linie gilt, und aus dem jeweiligen Höhenwinkel, ebenfalls in Winkelgraden gemessen.

Auf der Seite „**Parameter**“ des Dialoges wird die „**Verschattung von oben**“ aktiviert.

Diese Verschattung sollte berücksichtigt werden, wenn die Kollektoren z.B. an einer Fassade mit Dachüberhängen u. ä. montiert werden.

Oberer Grenzwinkel:

Ist der Sonnenstand höher als der obere Grenzwinkel, wird das gesamte Kollektorfeld verschattet.

Unterer Grenzwinkel:

Ist der Sonnenstand tiefer als der untere Grenzwinkel wird das Kollektorfeld nicht verschattet.

Ist der Sonnenstand höher als der untere und tiefer als der obere Grenzwinkel wird die Einstrahlung auf die Kollektorfläche anteilig reduziert.

7.3.4.1 Horizont

Die Eingabe des Horizonts ist durch Zeichnen mit der Maus oder über eine Wertetabelle möglich. In der oberen Leiste stehen Hinweise zur Handhabung.

Öffnen Sie das Fenster, steht in der oberen Hinweisleiste:

*Zum Starten des Zeichnens auf den Button NEU
oder auf die Horizontlinie mit der linken Maustaste klicken.*

Nach Klicken auf den Button *Neu* sehen Sie als Cursor ein Bleistiftsymbol, wenn Sie sich auf der Zeichenfläche befinden. Zwischen Startpunkt des Zeichnens und aktueller Position wird eine gestrichelte Linie gezeichnet. Die aktuelle Cursorposition ist in der oberen Leiste sichtbar, wobei die erste Zahl den Azimut und die zweite die Höhe angibt.

Die gestrichelte Linie wird übernommen, wenn Sie mit der linken Maustaste den Endpunkt bestätigen. Das Horizontzeichnen geht immer nur von links nach rechts, daher ist eine gestrichelte Linie nicht sichtbar, wenn Sie sich mit dem Cursor links vom (vorläufigen) Endpunkt oder auch außerhalb des Zeichenbereichs befinden.

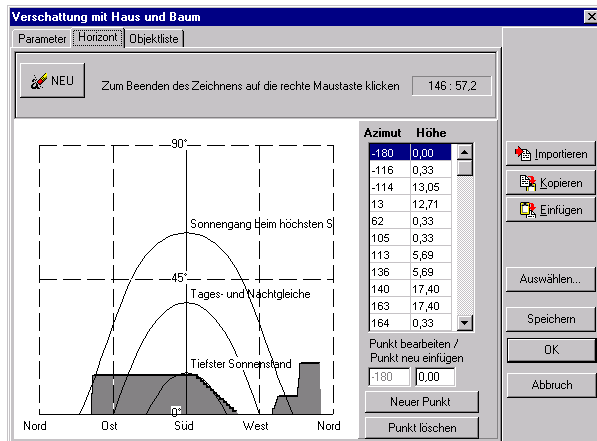


Bild 7.3.8:
Definition der Verschattung über Eingabe des Horizonts

Wollen Sie das Zeichnen unterbrechen, klicken Sie auf die rechte Maustaste. Dieser Hinweis steht auch in der oberen Hinweisleiste:

Zum Beenden des Zeichnens auf die rechte Maustaste klicken.

Sollen Linien überzeichnet werden, können Sie dies nur nach Beenden der aktuellen Zeichenaktion und von einem bereits definierten Punkt aus. In der oberen Leiste steht der entsprechende Hinweis:

Zum Bearbeiten des Horizonts genau auf die Horizontlinie mit der linken Maustaste klicken.

Das Wiederanknüpfen an die bestehende Horizontlinie kann bei senkrechtem Horizontverlauf schwierig sein. Sie sollten einen solchen senkrechten Verlauf über die Eingabemöglichkeit einzelner Objekte abfangen. Dies geschieht über die Schaltfläche **Objektliste**. Es öffnet sich der Dialog **Verschattung durch einzelne Objekte**.

Natürlich können Sie auch jederzeit den Horizont über die Schaltfläche *Neuzeichnen* löschen.

Eine andere Eingabemöglichkeit ist das direkte Eintragen der Eckpunkte des Horizontes in die Tabelle. Der Anfangs- und der Endpunkt sind bereits vorhanden, gegebenenfalls auch die bereits mit der Maus erzeugten. Ihre Punkte werden in geordneter Reihenfolge hinzugefügt. Ein Punkt wird über *Neuer Punkt* definiert und mit *Punkt hinzufügen* in die Tabelle geschrieben.

Gleichzeitig mit der Eintragung erscheint der Punkt in der grafischen Darstellung.

Der jeweils markierte (blau hinterlegte) Punkt kann durch *Punkt löschen* wieder entfernt werden.

7.3.4.2 Verschattung durch einzelne Objekte

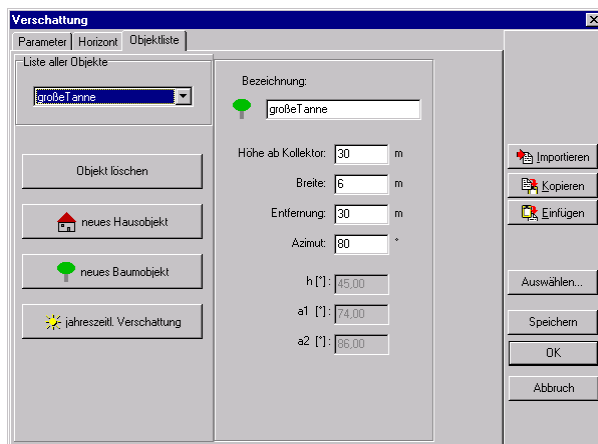


Bild 7.3.9 :
Eingabefeld für einzelne verschattende
Objekte

Über die Seite **Objektliste** definieren Sie die Verschattung durch einzelne Objekte. In der *Liste aller Objekte* stehen die von Ihnen definierten Objekte. Hier können Sie das Objekt auswählen, dessen Werte Sie im rechten Fensterteil sehen bzw. verändern möchten. Neben der Objektbezeichnung im rechten Fensterteil sehen sie entsprechend dem Objekttyp Baum oder Haus ein entsprechendes Bild. Ist noch kein Objekt definiert, erscheint eine leere Liste.

Wollen Sie ein neues Objekt definieren, klicken Sie je nach Typ auf die Schaltfläche *neues Hausobjekt* oder *neues Baumobjekt*. Ein neues Objekt wird angelegt und mit der Bezeichnung, die Sie eintragen, zu der Liste der Objekte hinzugefügt.

Der Unterschied zwischen Baum und Haus liegt in der Durchlässigkeit der Objekte. Beim Baumobjekt ist die Schaltfläche *jahreszeitliche Verschattung* aktiv und Sie können für jeden Monat des Jahres den Prozentsatz der Verschattung eintragen. Im Sommer wird die Verschattung durch das Baubleib höher sein als im Winter.

Bereits existierende Objekte werden über die Schaltfläche *Objekt löschen* wieder entfernt.

Die Angaben, aus denen sich mittelnähe Objekte bestimmen lassen, sind Höhe, Breite, Entfernung und Azimut. Der Messpunkt für die Bestimmung dieser Größen ist der Mittelpunkt der Kollektorfläche mit Blick Richtung Süden. D.h. ein Azimut 0 ° bedeutet, dass das Objekt im Süden steht, unabhängig vom Azimut des Kollektors. Aus der Angabe der Höhe und Entfernung kann der Höhenwinkel bestimmt werden und Breite und Azimut legen die Winkel für die Eckpunkte des Objekts fest. Diese berechneten, grau hinterlegten Größen werden erst beim Verlassen des Objektes berechnet und erst beim erneuten Laden aktualisiert.

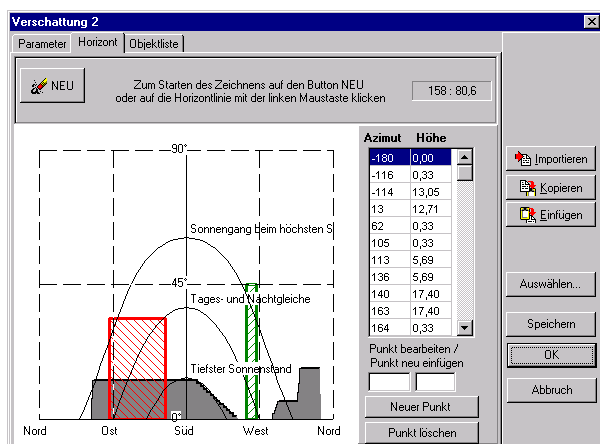


Bild 7.3.10:
Definition der Verschattung über Horizont und einzelne Objekte

7.3.4.3 Verschattungsdateien

Um einen einmal eingetragenen Horizont und die einzelnen Objekte von einem Projekt in ein anderes kopieren zu können, müssen Sie die Verschattung in einer Datei speichern bzw. aus der Datei laden. Dies geschieht über die bekannten Symbol-Schaltflächen.



Die Tabelle kann über die Zwischenablage mit Tabellen-Kalkulationsprogrammen (wie z.B. Excel) kommunizieren. Über die erste Schaltfläche gelangt sie in die Zwischenablage, über die zweite kann eine Tabelle aus der Zwischenablage übernommen werden.



Über die Schaltfläche *Importieren* können des weiteren mit der Bildbearbeitungs- und Berechnungssoftware *horiz^{ON}* erzeugte Horizontlinien übernommen werden.

Zum Ausdrucken der Verschattung müssen Sie den aktivierten Dialog über die Tastenkombination **ALT+DRUCK** in die Zwischenablage kopieren und in einem Textverarbeitungsprogramm wie z.B. Microsoft Word über das Menü **Bearbeiten | Einfügen** einfügen. Dort sehen Sie z.B. das Bild 7.3.10, können es skalieren oder den Rahmen ausblenden und ausdrucken.

7.3.5 Speicher

Die verschiedenen in den Anlagen vorhandenen Speicher werden aus der Bibliothek geladen.

Sie haben die Möglichkeit, verschiedene Parameter der mitgelieferten Speicher zu verändern. Diese Änderungen werden nur in die aktuelle Variante übernommen.

Es werden Bibliotheksdateien für folgende Speicher mitgeliefert:

- **Monovalente Warmwasserspeicher**
- **Bivalente Warmwasserspeicher**
- **Kombispeicher**
- **Heizungspufferspeicher**
- **Pufferspeicher mit externem Wärmetauscher**
- **Warmwasserspeicher mit externem Wärmetauscher**

Bedingt durch die unterschiedlichen Anlagenschemata werden verschiedene Speichertypen mit unterschiedlichen Parametern eingesetzt.

Bei allen Speichern werden auf der Seite **Parameter** Hersteller, Typ, Volumen und das Verhältnis von Höhe und Durchmesser des aus der Bibliothek geladenen Speichers angezeigt.

Bild 7.3.11:
Dialog zur Eingabe der Speicher-Parameter,
Beispiel monovalenter Speicher

Die Dämmungseigenschaften werden durch die Angabe der Stärke der Wärmedämmung und der Wärmeleitzahl der Dämmung bestimmt. Sie legen die Wärmeverluste des Speichers fest.

Die auf der Seite **Wärmetauscher** angezeigten Werte beschreiben die Qualität der eingesetzten internen Wärmetauscher und können nicht geändert werden. Haben Sie einen Speicher mit *Schichtenladevorrichtung* ausgewählt, wird die Höhe der Lanze, bezogen auf die Speicherhöhe angezeigt.

Bild 7.3.12:
Speicher-Dialog, Seite Wärmetauscher
Beispiel monovalenter Speicher

7.3.5.1 Monovalenter Warmwasserspeicher

Dieser Speichertyp wird in der Zweispeicheranlage als Solar- und Bereitschaftsspeicher eingesetzt.

Die benötigten Werte unterscheiden sich je nach Einsatzzweck des Speichers.

Wird er als Solarspeicher eingesetzt, kann auf der Seite **Regelung** die maximale Temperaturbegrenzung geändert werden. Die Positionen der Messfühler zum Ein- und Ausschalten und zur Maximaltemperaturbegrenzung werden angezeigt.

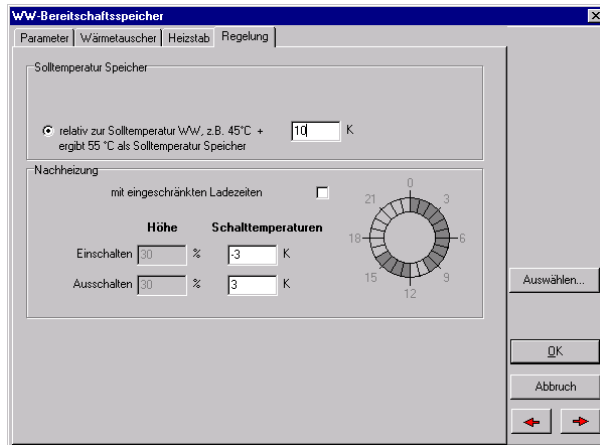


Bild 7.3.13:
Monovalenter WW-Speicher, eingesetzt als
Bereitschaftsspeicher, Seite Regelung

Für einen Bereitschaftsspeicher werden die Speicher-Solltemperatur bezogen auf die Warmwasser-Solltemperatur (s. Warmwasserverbraucher) und die Schalttemperaturen für die Nachheizung angezeigt und können geändert werden. Unter *Höhe* wird die Position der Temperaturfühler zur Regelung des Kessels im Speicher angezeigt. Die Schalttemperaturen werden bezogen auf die Speicher-Solltemperatur eingetragen. Wird das Häkchen bei *Eingeschränkte Ladezeit* gesetzt, können über die Uhr die Schaltzeiten definiert werden (grünes Feld = Speicher kann beladen werden; graues Feld = Speicher wird unabhängig von seinem Betriebszustand nicht beladen).

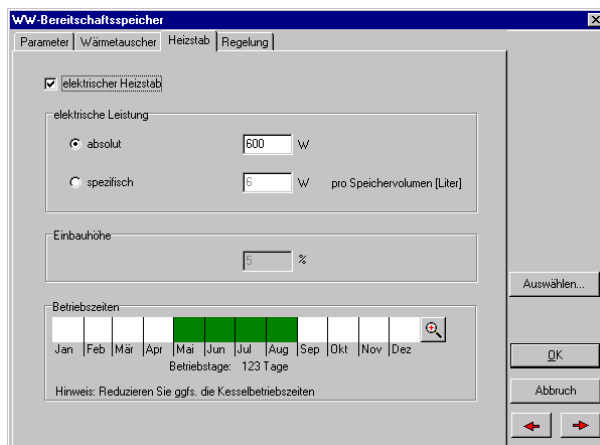


Bild 7.3.14:
Monovalenter WW-Speicher, eingesetzt als
Bereitschaftsspeicher, Seite Heizstab

Für den Bereitschaftsspeicher können Sie einen **Heizstab** vorsehen. Wenn Sie das Häkchen auf der entsprechenden Seite setzen, können Sie dessen elektrische Leistung entweder absolut oder bezogen auf das Speichervolumen eingeben. Der jeweils andere Wert wird berechnet und angezeigt. Die Betriebszeiten des Heizstabes werden durch Anklicken der Felder in der Monatsleiste (ganze Monate) oder über die Lupe (einzelne Tage) definiert.

7.3.5.2 Bivalenter Warmwasserspeicher

Dieser Speichertyp dient im unteren Bereich als Solarspeicher und ab dem unteren Anschluss an den Heizkessel als Bereitschaftsspeicher.

Auf der Seite **Parameter** werden für den Solarspeicherbereich das Volumen pro m² Kollektorfläche und für den als Bereitschaftsspeicher fungierenden Teil der prozentuale Anteil des durchschnittlichen Tagesverbrauchs berechnet und angezeigt.

Bild 7.3.15:
Eingabe-Dialog bivalenter WW-Speicher

Sie können den Speicher mit einem **Heizstab** versehen. Wenn Sie das Häkchen auf der entsprechenden Seite setzen, können Sie dessen elektrische Leistung entweder absolut oder bezogen auf das Speichervolumen eingeben. Der jeweils andere Wert wird berechnet und angezeigt. Die Betriebszeiten des Heizstabes werden durch Anklicken der Felder in der Monatsleiste (ganze Monate) oder über die Lupe (einzelne Tage) definiert.

Für die **Regelung** können die Speicher-Solltemperatur bezogen auf die Warmwasser-Solltemperatur (s. Warmwasserverbraucher) und die Schalttemperaturen für die Nachheizung geändert werden. Unter *Höhe* wird die Position der Temperaturfühler am Speicher angezeigt. Die Schalttemperaturen werden bezogen auf die Speicher-Solltemperatur eingetragen. Wird das Häkchen bei *Eingeschränkte Ladezeit* gesetzt, können über die Uhr die Schaltzeiten definiert werden (grünes Feld = Speicher kann beladen werden; graues Feld = Speicher wird unabhängig von seinem Betriebszustand nicht beladen).

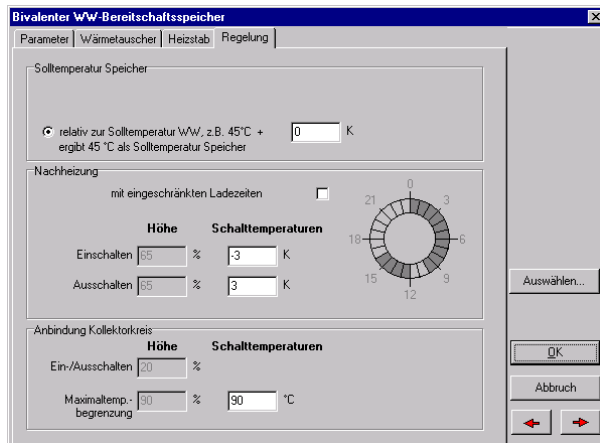


Bild 7.3.16:
Eingabe-Dialog bivalenter WW-Speicher,
Seite Regelung

Im unteren Dialogbereich wird die Position der Messfühler zum Ein- und Ausschalten des Kollektorkreises und zur Maximaltemperaturbegrenzung des Speichers angezeigt. Die Maximaltemperaturbegrenzung kann geändert werden.

7.3.5.3 Kombispeicher

Unter **Regelung** werden sowohl die Speichersolltemperatur in Bezug auf die Warmwassersolltemperatur eingegeben, als auch die Schalttemperaturen zum Einschalten der Nachheizung in Bezug auf die eingegebene Speichersolltemperatur an dem zur Nachheizung gehörigen Temperaturfühler. Bitte beachten Sie, dass die Speichersolltemperatur relevant über der Warmwassersolltemperatur liegen muss, damit ein entsprechender Wärmeübergang zwischen dem Trinkwarmwassertank oder dem internem Wärmetauscher und dem äußeren Puffervolumen stattfinden kann.

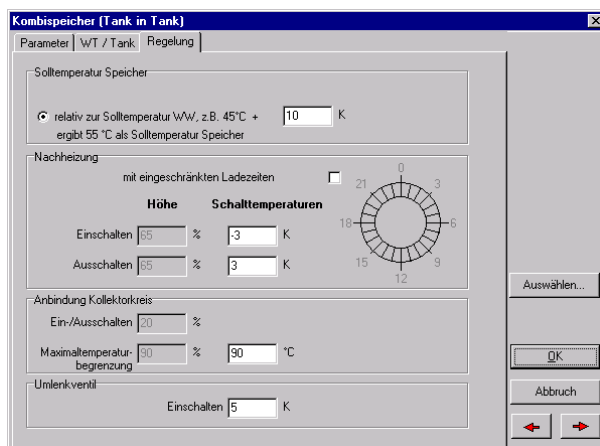


Bild 7.3.17:
Eingabe-Dialog Kombispeicher, Seite
Regelung

Im unteren Dialogbereich wird die Position der Messfühler zum Ein- und Ausschalten des Kollektorkreises und zur Maximaltemperaturbegrenzung des Speichers angezeigt. Die Maximaltemperaturbegrenzung kann geändert werden.

Im dem Abschnitt **Umlenkventil** wird die Temperaturdifferenz zur Schaltung des Dreiwegeventils im Heizungsrücklauf definiert. Wenn die Summe aus Temperatur im Speicher am Kesselrücklauf und eingegebener Temperaturdifferenz größer ist als die Temperatur im

Heizungsrücklauf, wird der Heizungsrücklauf in den Speicher umgelenkt und damit der Speicher entladen.

7.3.5.3.1 Kombispeicher Tank im Tank

Auf der Seite **WT/Tank** wird der innere Tank zur Bereitstellung des Warmwasservolumens definiert. Die Geometrie des internen Tanks wird nur ausgegeben, kann aber nicht verändert werden.

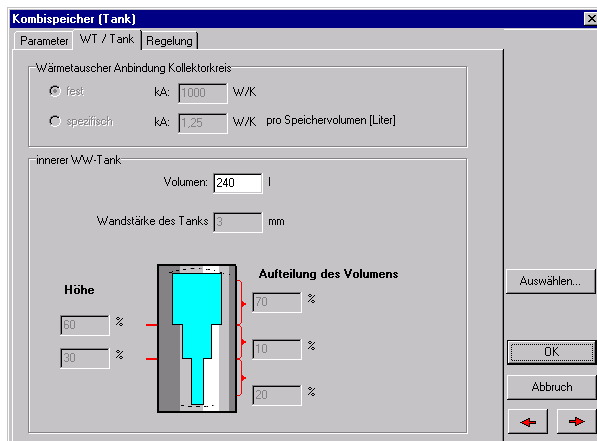


Bild 7.3.18:
Eingabe-Dialog Tank-im-Tank-Speicher, Seite
WT / Tank

7.3.5.3.2 Kombispeicher mit internem Wärmetauscher

Auf der Seite **Wärmetauscher** werden die Definition und die Aufteilung des internen Wärmetauschers zur Warmwasserbereitung (Parameter des Wärmetauschers) ausgegeben, können aber nicht verändert werden.

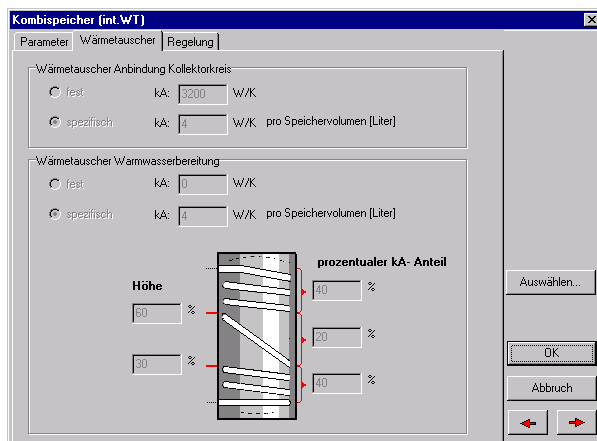


Bild 7.3.19:
Eingabe-Dialog Kombispeicher mit int.
Wärmetauscher, Seite Wärmetauscher

7.3.5.4 Heizungspufferspeicher

Die monovalenten Heizungspufferspeicher haben die gleichen Eingabeparameter wie die monovalenten Warmwasserspeicher, dazu kommt nur das Eingabefeld zur Definition der Schalttemperatur des Dreiwegeventils im Abschnitt *Umlenkventil*. Hier wird die Temperaturdifferenz zur Schaltung des Dreiwegeventils im Heizungsrücklauf definiert. Wenn die Summe aus Temperatur im Speicher oben und eingegebener Temperaturdifferenz größer

ist als die Temperatur im Heizungsrücklauf, wird der Heizungsrücklauf in den Speicher umgelenkt und damit der Speicher entladen.

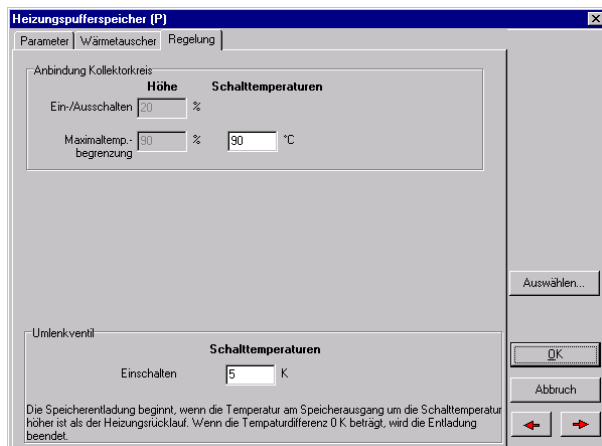


Bild 7.3.20:
Eingabe-Dialog Heizungspufferspeicher, Seite
Regelung

7.3.5.5 Pufferspeicher mit externem Wärmetauscher

Die Pufferspeicher mit direkter Be- und Entladung können je nachdem, welches Anlagenschema ausgewählt wurde, unterschiedliche Gestalt annehmen.

Auf den einzelnen Seiten werden die Ein- und Ausläufe der verschiedenen Rohrpaare zur Be- und Entladung des Speichers sowie die zugehörigen spez. Verluste der Rohreinlässe und die Einbauhöhen der Temperaturfühler ausgegeben, können aber nicht verändert werden.

Auf der Seite **Bel. Kollektor unten** (Pufferspeicher mit Nachheizung) oder **Bel. Kollektor oben** (Pufferspeicher ohne Nachheizung) kann nur die maximale Speichertemperatur eingegeben werden.

Auf der Seite **Nachheizung biv.** können keine Veränderungen vorgenommen werden.

Unter **Reg. Nachheizung** wird die Speichersolltemperatur für die Nachheizung definiert und in Relation zur Speichersolltemperatur die Ein- und Ausschalttemperaturen des Kessels eingegeben.

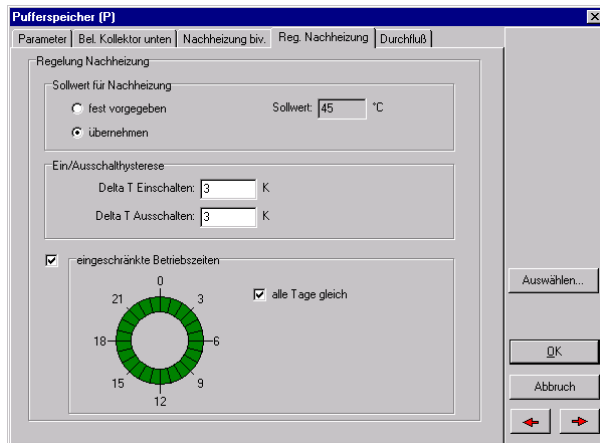


Bild 7.3.21:
Eingabe-Dialog Pufferspeicher mit
ext. Wärmetauscher,
Seite Regelung Nachheizung

Wenn Sie das Feld *fest vorgegeben* aktivieren, können Sie die Solltemperatur im Pufferspeicher vorgeben. Aktivieren Sie das Feld *übernehmen* ist die Pufferspeichersolltemperatur je nach Betriebszustand und Betriebsanforderung entweder die Temperatur, die notwendig ist, um den Warmwasserbereiter beladen zu können, oder die notwendige Temperatur für den Vorlauf der Heizkreise.

In dem Feld *eingeschränkte Betriebszeiten* kann die Nachheizung des Speichers für bestimmte Tageszeiten ausgeschlossen werden.

Unter **Durchfluß** werden die Anschlüsse zur Entladung des Speichers beschrieben.

7.3.5.6 Warmwasserspeicher mit externem Wärmetauscher

Die Warmwasserbereitschaftsspeicher und Vorwärm Speicher mit direkter Be- und Entladung können je nachdem, welches Anlagenschema ausgewählt wurde, unterschiedliche Gestalt annehmen.

Diese Speicher unterscheiden sich in der Bedienung von den Pufferspeichern nur durch die zusätzliche Seite **Trinkwasser**, auf der neben den Anzeigen der Anschlusshöhen und Anschlussverluste noch eine *Kaltwasserbeimischung* am Speicherausgang eingestellt werden kann.

Warmwasser-Bereitschaftspeicher

Parameter | Nachheizung monoval. | Reg. Nachheizung | **Trinkwasser**

Anschlüsse Trinkwasser

	Höhe	Verluste
Warmwasser-Austritt:	99 %	0,25 W/K
Kaltwasser-Eintritt:	1 %	0,25 W/K
Zirkulationsrücklauf:	90 %	0,1 W/K

☒ Kaltwasserbeimischung am Speicherausgang

☐ Sollwert fest vorgegeben Beimischtemperatur: 60 °C

☒ Auf Warmwassersollwert beimischen

Auswählen...
OK
Abbruch
← →

Bild 7.3.22:
Eingabe-Dialog
Warmwasserspeicher mit ext.
Wärmetauscher, Seite Trinkwasser

7.3.6 Zusatzheizung

Die Zusatzheizung sorgt dafür, dass bei nicht ausreichender Sonneneinstrahlung die im Speicher-Dialog eingestellte Speicher-Solltemperatur eingehalten wird und versorgt bei den Anlagen mit Heizungsunterstützung auch die Heizkreise.

Die Komponente wird über *Auswählen* aus der Bibliothek geladen.

Sie haben die Möglichkeit, verschiedene Parameter der mitgelieferten Zusatzheizung zu verändern. Diese Änderungen werden nur in die aktuelle Variante übernommen.

Die Bibliothek umfasst Zusatzheizungen für Erdgas, Erdöl, Fernwärme und Holzpellets.

Auf der Seite **Parameter** werden auch die *Betriebszeiten* des Kessels festgelegt. Durch Anklicken der Monatsfelder legen Sie den Betrieb für ganze Monate fest (grünes Feld = Kessel in Betrieb), über den Lupen-Button können Sie einzelne Tage ein- und ausschalten.

Gas-Brennwertkessel

Parameter | **Nutzungsgrad**

☒ fest

Hersteller: T*SOL Bibliothek

Typ: Gas-Brennwertkessel (9 kW)

Nennleistung: 9 kW

☐ spezifisch

Bezeichnung: Gas-Brennwertkessel

Die Nennleistung ist abhängig vom Warmwasser und Heizwärmebedarf.

Brennstoff: Erdgas H

Betriebszeiten

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Betriebstage: 365 Tage											

Auswählen...
OK
Abbruch
← →

Bild 7.3.23:
Eingabe-Dialog der Zusatzheizung

Auf der Seite **Nutzungsgrad** legen Sie den Kesselnutzungsgrad für den Heizbetrieb anhand zweier Punkte fest. Die Nutzungsgrade beziehen sich dabei auf den Heizwert des Brennstoffs.

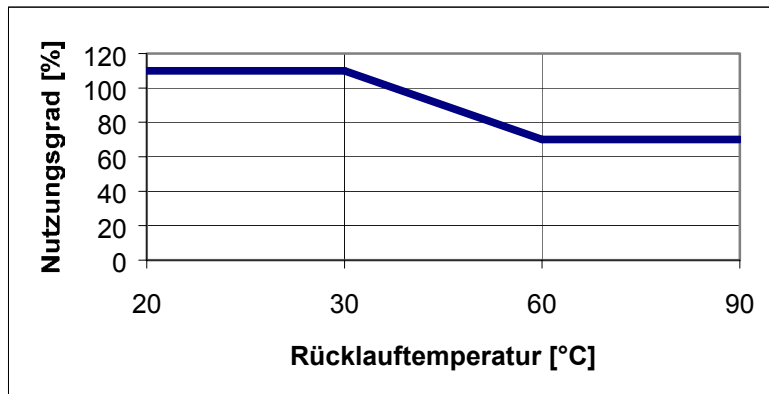


Bild 7.3.24:
Definition der
Nutzungsgrad-Kurve in
Abhängigkeit von der
Rücklauftemperatur

Für Außentemperaturen über 14 °C und ohne Heizbetrieb wird mit dem festen Nutzungsgrad für die Warmwasserbereitung gerechnet.

7.3.7 Heizkreis

Für alle Anlagen mit Heizungsunterstützung müssen die Betriebsbedingungen der Heizkreise festgelegt werden. Es besteht die Möglichkeit, zwei Heizkreise, z.B. einen Hochtemperatur-Heizkreis (Radiator-) und einen Niedertemperatur-Heizkreis (Fußboden-) über die jeweiligen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen zu definieren. Beide Heizkreise müssen sich jedoch nicht in ihrer Vorlauftemperatur unterscheiden.

Heizkreis

Auslegungstemperaturen des Hochtemperaturheizkreises
 Vorlauf: 60 °C Rücklauf: 40 °C

Auslegungstemperaturen des Niedertemperaturheizkreises
 Vorlauf: 40 °C Rücklauf: 25 °C

☒ Prozentuale Aufteilung auf Hoch- und Niedertemperaturkreis
 Anteil des HT-Kreises: 100 %

☐ Niedertemperaturheizkreis als Grundlast
 bis 70 % der Tagesspitze

OK Abbruch

Bild 7.3.25:
Eingabe-Dialog des Heizkreises

Die prozentuale Aufteilung zwischen beiden Heizkreisen kann ebenfalls verändert werden. Insbesondere wird bei einem Hochtemperatur-Kreis-Anteil von 0 % der Hochtemperatur-Kreis aus der Anlage entfernt und bei einem Anteil von 100 % der Niedertemperatur-Kreis.

Anstelle der prozentualen Aufteilung können Sie auch festlegen, bis zu wieviel Prozent der Tagesspitze nur der Niedertemperaturkreis als Grundlast in Betrieb sein soll.

7.3.8 Externer Wärmetauscher

Bild 7.3.26:
Eingabe-Dialog des externen
Wärmetauschers

In diesem Dialog kann die Qualität der Wärmeübertragung definiert werden. Entweder wird der kA-Wert eingetragen oder es wird bei der spez. Eingabe-Möglichkeit die mittlere logarithmische Temperaturdifferenz eingetragen, aus der dann der kA-Wert berechnet wird.

7.3.9 Warmwasserbereitung

Allgemeine Hinweise zur Warmwasserbereitung finden Sie im Kapitel [7.7.1](#)

Bild 7.3.27:
Eingabe-Dialog der Warmwasserbereitung

Über die Seite **Komponenten** erreichen Sie die Dialoge zu den Komponenten *Externer Wärmeübertrager* und *Warmwasserbereitschaftsspeicher*.

Auf der Seite **Regelung** wird unter *Ladezeit* die Zeit angezeigt, in der der Warmwasserbereitschaftsspeicher einmal komplett durchgeladen wird. Wenn aus dieser Größe der Volumenstrom der Ladepumpen berechnet werden soll (d.h. das entsprechende Optionsfeld ausgewählt ist), kann die Ladezeit verändert werden.

Alternativ dazu können Sie die geförderten *Volumenströme* des Primär- und Sekundärkreises auch direkt eingeben. Über das Feld *Beimischventil* können Sie die Vorlauftemperatur im Primärkreis durch eine Beimischung auf die geforderte Temperatur im Warmwasserbereitschaftsspeicher begrenzen (Verkalkung).

Durch die Auswahl *Drehzahlgeregelte Pumpe* im Sekundärkreis können Sie festlegen, dass die Pumpe im Sekundärkreis drehzahl geregelt betrieben wird. Das bedeutet, dass der Volumenstrom der Pumpe so geregelt wird, dass eine Zieltemperatur erreicht wird. Diese Zieltemperatur können Sie fest vorgeben. Mit der Auswahl *Übernehmen* wird die jeweilige Solltemperatur des Speichers als Zieltemperatur übernommen. Diese Auswahl empfiehlt sich, wenn Sie auf Grund der Legionellenschaltung unterschiedliche Speichersolltemperaturen in der Betriebszeit vorgeben.

Wenn Sie das Feld *Legionellenschaltung* auswählen, aktivieren Sie die Seite Legionellenschaltung.

7.3.9.1 Legionellenschaltung

Warmwasserbereitung

Komponenten | Regelung | Legionellen

Die Speichergruppe soll aufgeheizt werden auf: °C

Um Uhr an den folgenden Tagen

- ☒ Montag
- ☒ Dienstag
- ☒ Mittwoch
- ☒ Donnerstag
- ☒ Freitag
- ☒ Samstag
- ☒ Sonntag

Wie lange soll die Speichergruppe aufgeheizt bleiben min

Wie lange soll die Legionellenschaltung max. in Betrieb sein min

OK
Abbruch
← →

Bild 7.3.28:
Eingabe-Dialog der Legionellenschaltung

Hier können Sie die *Temperatur* eintragen, auf die der Speicher aufgeheizt werden soll. Des weiteren können Sie den *Zeitpunkt* und die *Dauer* der Gültigkeit dieser neuen Regelparameter eintragen. Die maximale Betriebszeit ist für den Fall relevant, dass die vorgegebene Temperatur nicht erreicht wird.

Die obigen Eingaben bedeuten, dass jeden Sonntag um 18.°° Uhr der Speicher auf 65 °C aufgeheizt wird, 60 Minuten auf dieser Temperatur gehalten wird und die Legionellenschaltung spätestens nach 2 Stunden ausgeschaltet wird, auch wenn 60 Minuten mit 65 °C noch nicht erreicht sind.

Der Referenzfühler zum Ausschalten dieser Regelung ist in jedem System ein anderer:

- **Pufferspeichersystem:** Temperaturfühler *Nachheizung ausschalten* im Warmwasserbereitschaftsspeicher
- **Anlagen mit Solar- und Bereitschaftsspeicher:** Temperaturfühler *Kollektorfeld Ein/Aus* im Solarspeicher
- **Anlagen mit bivalenter Warmwasserbereitung** (nur im Modul SysCat): Temperaturfühler *Legionellenschaltung* im Warmwasserbereitschaftsspeicher

7.4 Anlagen mit Schwimmbad

Diese Anlagen sind gegenüber den Standardanlagen um die Schwimmbad-Komponente erweitert.

Die Verbindung zum Kollektorkreis wird über den Dialog **Anbindung Kollektorkreis** definiert. Auf der dortigen Seite **Schwimmbad** wird der Volumenstrom, die Schaltbedingungen der Kollektorkreispumpe und der externe Wärmetauscher festgelegt. Auf der Seite **Regelung** wird die Beladungsreihenfolge der Anbindungen bestimmt.

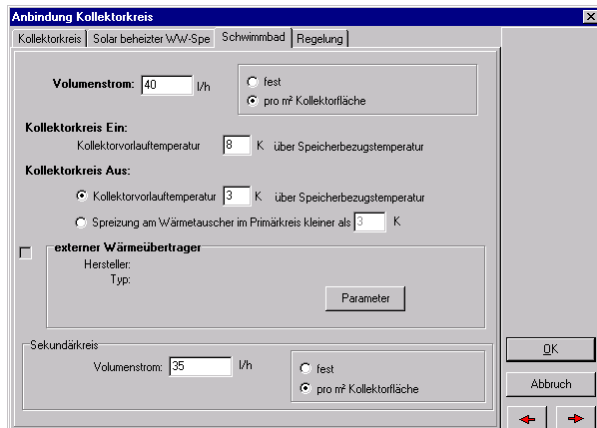


Bild 7.4.1
Dialog Anbindung Kollektorkreis für
Schwimmbadanlagen

Die nachfolgend aufgeführten Anlagen sind im Schwimmbad-Modul von T*SOL[®] enthalten.

7.4.1 B1 - Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme

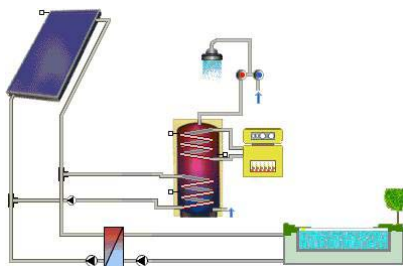


Bild 7.4.2
Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme
Beispiel: B1 - System ohne Schichtenladevorrichtung

Die zur Verfügung stehenden Anlagen unterscheiden sich hinsichtlich des Einsatzes einer Schichtenladevorrichtung.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.5.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
 - externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- bivalenter Warmwasserspeicher (s. Kapitel 7.3.5.2)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

- Schwimmbad (s. Kapitel 7.5.2)
- ggf. externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)

7.4.2 B3 - Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme mit Heizungspufferspeicher

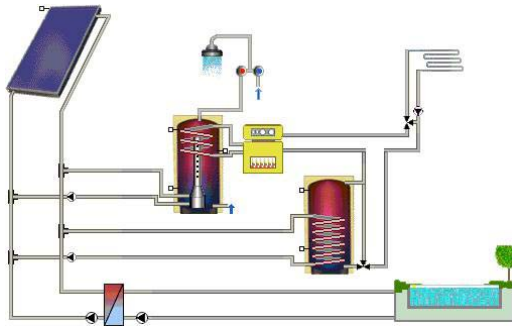


Bild 7.4.3
Schwimmbad - und Warmwasser-Systeme mit
Heizungspufferspeicher
Beispiel: B3.1 - System mit Schichtenladevorrichtung

Diese Anlagen sind gegenüber den obigen um einen Heizungspufferspeicher (Anbindung über die entsprechende Seite des Dialogs **Anbindung Kollektorkreis**) und einen Heizkreis erweitert.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.5.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
 - externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- bivalenter Warmwasserspeicher (s. Kapitel 7.3.5.2)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)
- monovalenter Heizungspufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.4)
- Schwimmbad (s. Kapitel 7.5.2)
- ggf. externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)

7.4.3 B5 - Schwimmbad- und Kombispeichersysteme für Warmwasser und Heizung

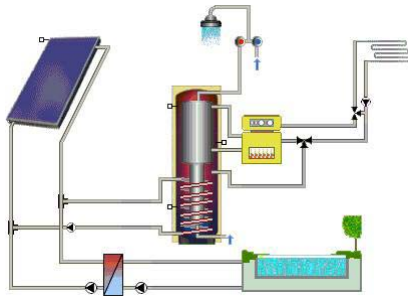


Bild 7.4.4
Schwimmbad- und Kombispeichersysteme für
Warmwasser und Heizung
Beispiel: B5.2 Tank-in-Tank-System

Es stehen Anlagen mit Tank-in-Tank-Speichern und mit Speichern mit internem Wärmetauscher zur Verfügung, die sich hinsichtlich des Anschlusses einer Heizung unterscheiden.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.5.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
 - externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Kombispeicher (Tank in Tank s. Kapitel 7.3.5.3.1 bzw. int. Wärmetauscher 7.3.5.3.2)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- ggf. Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)
- Schwimmbad (s. Kapitel 7.5.2)
- ggf. externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)

7.4.4 B6 - Schwimmbadsysteme

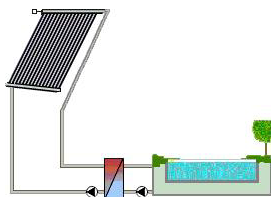


Bild 7.4.5:
Schwimmbadsysteme
Beispiel: B6.1 - System mit Wärmeübertrager und
ohne Zusatzheizung

Für diese Anlagen, die nur der Schwimmbaderwärmung dienen, werden vorzugsweise Absorbermatten eingesetzt. Es werden Anlagen mit und ohne Zusatzheizung und Wärmeübertrager angeboten.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.5.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält

- Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
- Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- ggf. externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Schwimmbad (s. Kapitel 7.5.2)
- ggf. Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- ggf. externer Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)

7.5 Komponenten für Schwimmbadanlagen

In diesem Kapitel werden die Komponenten beschrieben, die nur in Schwimmbadanlagen auftreten oder die sich von denen der Standardanlagen unterscheiden. Die übrigen Komponenten werden im Kapitel 7.3 erläutert.

7.5.1 Anbindung Kollektorkreis

Haben Sie Anlagen mit Schwimmbad und mehreren Anbindungen ausgewählt, können Sie die Volumenströme und Regelparameter für jede Anbindung auf den entsprechenden Seiten einzeln definieren.

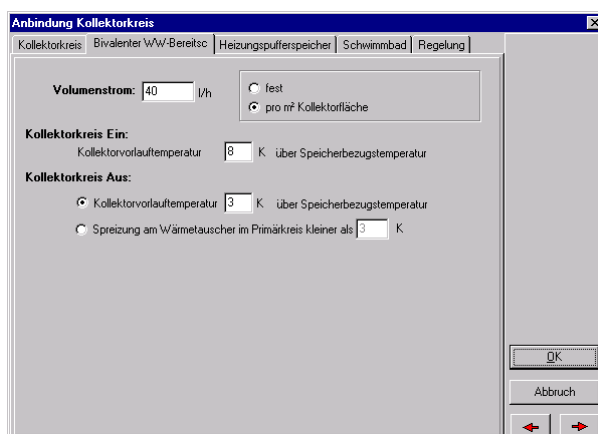


Bild 7.5.1
Dialog Anbindung des Kollektorkreises,
Beispiel: Anbindung des bival.
Warmwasserspeichers

Auf der Seite **Regelung** wird in diesem Fall definiert, in welcher Reihenfolge die einzelnen Anbindungen vorrangig beladen werden. Sie haben die Wahl zwischen einer energetischen Regelung, bei der der Kollektorkreis mit der niedrigsten Rücklauftemperatur betrieben wird, und der expliziten Festlegung der Beladungsreihenfolge.

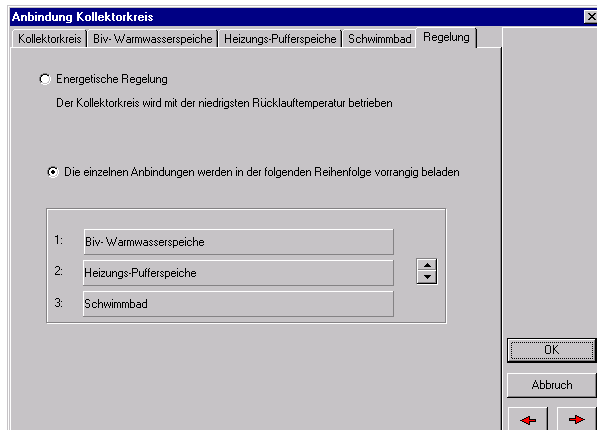


*Bild 7.5.2
Dialog Anbindung des Kollektorkreises, Seite
Regelung,
Beispiel: Anlage mit bival. WW-Speicher,
Heizung, Schwimmbad*

Klicken Sie dazu die betreffende Komponente an und verschieben Sie sie mit Hilfe der Pfeiltasten nach oben oder unten.

7.5.2 Schwimmbad

Auf der Seite **Parameter** können Sie unter *Betriebsweise* die Frischwasserzufuhr und die Anzahl der Badegäste pro Tag festlegen. Über die Schaltfläche *Berechnen* wird der den VDI-Richtlinien entsprechende Frischwasserbedarf ermittelt, der von der Anzahl der Personen und der Beckengröße abhängig ist.

Bei der Wahl zwischen Hallen- und Freibad ist zu beachten, dass diese grundsätzlich anderen Bedingungen unterliegen und sich deshalb auch bezüglich der zu definierenden Parameter unterscheiden.

Die *Nachheizung* bewirkt, dass die Solltemperatur des Badewassers erreicht wird. Falls das entsprechende Häkchen gesetzt wird, erscheint ein weiterer Dialog zur Definition eines externer Wärmetauschers zwischen Schwimmbad und Zusatzheizung.

Die *Betriebszeit* des Schwimmbads kann über einen beliebigen Zeitraum definiert werden.

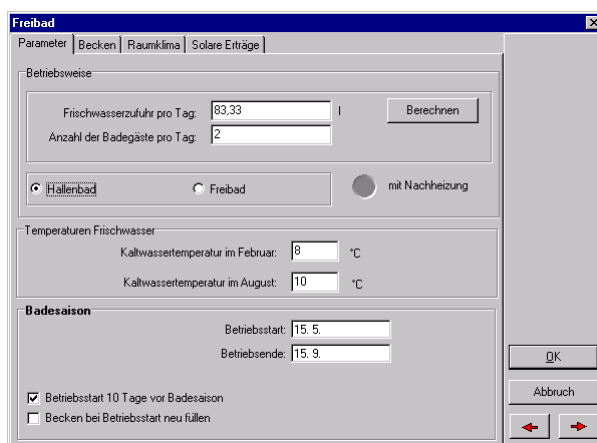


*Bild 7.5.3
Eingabe-Dialog der Schwimmbad-
Komponente, Seite Parameter*

Bei nur während eines Teil des Jahres betriebenen Bädern kann der Betriebsstart 10 Tage vor Beginn der Badesaison gesetzt werden, sodass die Solaranlage eine Vorwärmphase erhält.

Ganzjährig betriebene Becken werden als zu Beginn auf Solltemperatur vorgewärmt vorausgesetzt.

Die Angaben zum **Becken** werden auf einer weiteren Seite erfasst.

Entscheidend für die Verluste und Gewinne ist in erster Linie die Beckenoberfläche und in geringerem Maße die Mantelfläche des Beckens zum Erdbereich hin. Für die Berechnung der Temperaturänderungen ist das Volumen maßgeblich.

Die *Oberfläche* wird bei runden und frei geformten Becken direkt und bei rechteckigen Becken über Länge und Breite eingegeben. Hieraus wird über die mittlere Tiefe das Volumen bestimmt. Bei frei geformten Becken wird die größte Länge des Beckens zur näherungsweisen Bestimmung der Beckengeometrie herangezogen.

Die *maximale Schwimmbadtemperatur* definiert die Temperatur, bis zu der das Schwimmbad solar beheizt werden kann, und muss immer über der *Solltemperatur* liegen. Eine hohe Maximaltemperatur lässt längere Laufzeiten des Kollektorkreises zu, erhöht nach Definition den Schwimmbadwärmebedarf und die Deckung. Die Regelung der Nachheizung sorgt dafür, dass das Becken mit einer Hysterese von 0.5 Kelvin temperiert wird.

The screenshot shows a software window titled 'Freibad' with a tabbed interface. The 'Becken' tab is active. It contains several input fields and dropdown menus for configuring a swimming pool. The 'Abmessungen des Beckens' section includes radio buttons for 'Rechteck', 'Rund', and 'Frei', with corresponding fields for length, width, and average depth. The 'Fläche' field is calculated and displayed. Below this, there are dropdowns for 'Fliesenfarbe' (set to 'hellblau'), 'Windschutz' (set to 'teilweise vorhanden'), and 'geographisches Umfeld' (set to 'frei'). A 'Temperaturen' section has fields for 'Solltemperatur' (22 °C) and 'maximale Schwimmbadtemperatur' (32 °C). At the bottom, there is a checkbox for 'Abdeckung vorhanden' which is currently unchecked. On the right side of the dialog, there are buttons for 'OK', 'Abbruch', and navigation arrows.

Bild 7.5.4
Eingabe-Dialog der Schwimmbad-
Komponente, Seite Becken, Beispiel: Freibad

Die übrigen Eintragungen auf dieser Seite sind nur für Freibäder von Interesse und deshalb auch nur für diese möglich:

Entscheidend für die Konvektions- und Verdunstungsverluste und somit für die Gesamtverluste ist die vorausgesetzte Windgeschwindigkeit. Diese wird über die Wetterdatei des Standortes geliefert. Die Einbindung des Schwimmbades in seine *Umgebung* (z.B. in einem Waldgebiet, einer Wohnsiedlung oder auf freiem Feld) wird über die Angaben zum geographischen Umfeld definiert. Des weiteren werden *Windschutzvorrichtungen* am Becken selbst berücksichtigt, die ebenfalls die Konvektions- und Verdunstungsverluste verringern.

Die *Fliesenfarbe* bestimmt die Absorption der Sonneneinstrahlung an der Beckenwand und somit, wieviel der eingestrahlten Energie auf die Beckenoberfläche zur Erwärmung des Beckenwassers genutzt werden kann.

Wird das Häkchen bei *Abdeckung vorhanden* gesetzt, erscheint eine weitere Seite.

Eine **Schwimmbadabdeckung** verringert die Konvektions- und Verdunstungsverluste, vermindert aber auch gleichzeitig die Nutzung der Einstrahlungsgewinne auf die

Beckenoberfläche. Es stehen verschiedene Abdeckungen zur Auswahl, die diese Effekte unterschiedlich beeinflussen.

Bei Hallenbädern sind die Verdunstungsverluste wegen der relativ hohen Raumfeuchte vergleichsweise gering, und aufgrund der höheren Raumtemperatur treten keine konvektiven Verluste auf. Deshalb sind Abdeckungen bei Hallenbädern nur in besonderen Fällen sinnvoll.

Viele Abdeckungen bedecken aus konstruktiven Gründen das Schwimmbecken nur zum Teil. Eine effektive Schwimmbadabdeckung von 100% sagt aus, dass das Becken vollständig ohne Spalte oder ähnliches abgedeckt ist.

Die *Abdeckzeiten* werden über die Uhr durch Anklicken stundenweise festgelegt (grünes Feld = Abdeckung). Die Zeiten können für alle Wochentage gleich oder für jeden extra definiert werden.

Haben Sie auf der Seite Parameter ein Hallenbad ausgewählt, erscheint zusätzlich die Seite **Raumklima**. Die Raumtemperatur sollte 3°C über der Solltemperatur liegen und die Luftfeuchte 60% betragen, da diese Voraussetzungen aus baulichen Gründen (z.B. Korrosionsschutz) und wegen der Anforderungen an die Behaglichkeit zu empfehlen sind.

Für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass diese Werte für den gesamten Simulationszeitraum durch eine Klimaanlage konstant gehalten werden.

Die maximale Schwimmbadtemperatur (s. Seite Becken) sollte bei Hallenbädern auf den Wert der Raumtemperatur gesetzt werden, da ansonsten solare Erträge das Becken über die Raumtemperatur erwärmen könnten, was zu erhöhten Beckenverlusten führen würde, die durch die Klimaanlage mit erhöhtem Energieaufwand wieder abgeführt werden müssten.

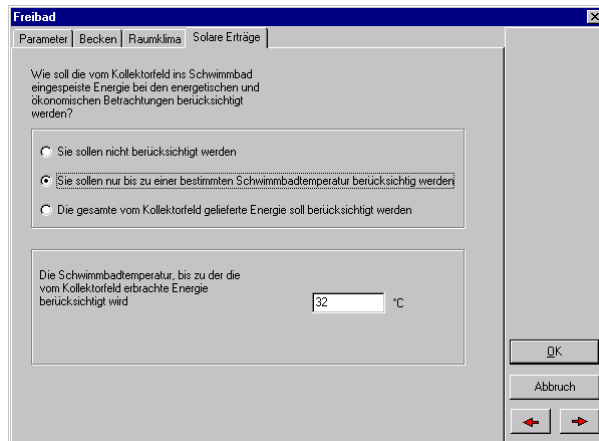


Bild 7.5.5
Eingabe-Dialog der Schwimmbad-Komponente, Seite Solare Erträge

Auf der Seite **Solare Erträge** können Sie festlegen, ob und inwieweit die vom Kollektorfeld ins Schwimmbad eingespeiste Energie bei den energetischen und ökonomischen Betrachtungen berücksichtigt wird. Falls Sie die zweite Möglichkeit (nur bis zu einer bestimmten Temperatur) auswählen, erscheint ein weiteres Eingabefeld, in dem Sie diese Temperatur eintragen können.

7.6 SysCat-Großanlagen

7.6.1 C1 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Solar- und Bereitschaftsspeicher

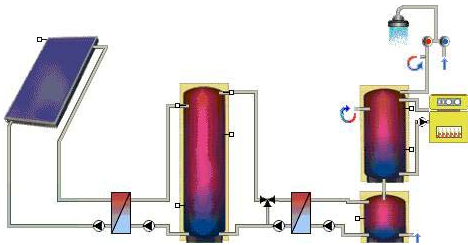


Bild 7.6.1
C1 - System für Warmwasser mit Solar- und
Bereitschaftsspeicher

Beschreibung der hydraulischen Verschaltung:

Das Kollektorfeld heizt den Pufferspeicher. Wenn das Temperaturniveau im Pufferspeicher ausreicht, den Vorwärmerspeicher aufzuheizen, geht die Entladepumpe des Pufferspeichers (Primärkreis) und die Beladepumpe des Warmwasserbereitschaftsspeichers (Sekundärkreis) in Betrieb. Über den externen Wärmetauscher wird somit die Solarenergie vom Pufferspeicher in den Vorwärmerspeicher gefördert. Das Trinkwarmwasser durchströmt zuerst den Vorwärmerspeicher und dann den in Reihe geschalteten Bereitschaftsspeicher. Wenn das Temperaturniveau im Bereitschaftsspeichers nicht über der Solltemperatur liegt, wird der Speicher von der Nachheizung auf die Solltemperatur nachgeheizt.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Pufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.5)
- Warmwasserbereitung (s. Kapitel 7.7.1.3), enthält
 - ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
 - 2 x WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.6)
 - Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

7.6.2 C2 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Bereitschaftsspeicher

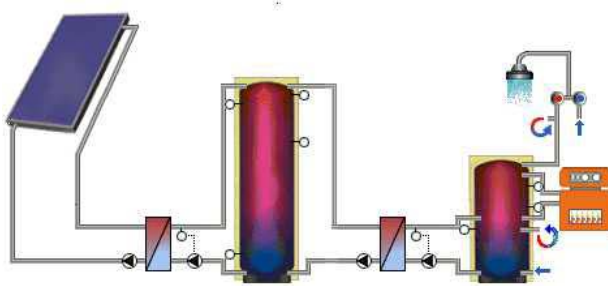


Bild 7.6.2
C2 - System für Warmwasser mit
Bereitschaftsspeicher

Beschreibung der hydraulischen Verschaltung:

Das Kollektorfeld heizt den Pufferspeicher. Wenn das Temperaturniveau im Pufferspeicher ausreicht, den bivalent beheizten Warmwasserbereitschaftsspeicher im unteren Teil aufzuheizen, geht die Entladepumpe des Pufferspeichers (Primärkreis) und die Beladepumpe des Warmwasserbereitschaftsspeichers (Sekundärkreis) in Betrieb. Über den externen Wärmetauscher wird somit die Solarenergie vom Pufferspeicher in den Warmwasserbereitschaftsspeicher gefördert. Wenn das Temperaturniveau im oberen Teil des Bereitschaftsspeichers nicht über der Solltemperatur des Bereitschaftsspeichers liegt, wird der Speicher von der Nachheizung auf die Solltemperatur nachgeheizt.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Pufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.5)
- Warmwasserbereitung (s. Kapitel 7.7.1.2), enthält
 - ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
 - WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.6)
 - Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

7.6.3 C3 - Großanlagensystem für Warmwasser mit Bereitschaftsspeicher und Wärmeübertrager

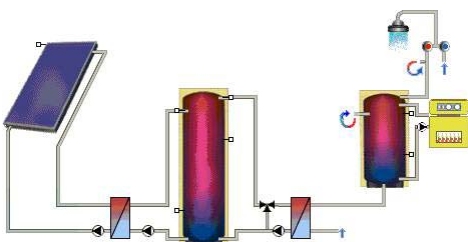


Bild 7.6.3
C3 - System für Warmwasser mit
Bereitschaftsspeicher und Wärmeübertrager

Beschreibung der hydraulischen Verschaltung:

Das Kollektorfeld heizt den Pufferspeicher. Wenn der Zapfvolumenstrom über einen Grenzwert ansteigt, geht die Entladepumpe des Pufferspeichers (Primärkreis) in Betrieb. Über den externen Wärmetauscher wird somit die Solarenergie vom Pufferspeicher in den Bereitschaftsspeicher gefördert. Wenn das Temperaturniveau im Bereitschaftsspeichers nicht über der Solltemperatur des Bereitschaftsspeichers liegt, wird der Speicher von der Nachheizung auf die Solltemperatur nachgeheizt.

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Pufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.5)
- Warmwasserbereitung (s. Kapitel 7.7.1.1), enthält
 - ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
 - WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.6)
 - Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)

7.6.4 C4 - Großanlagensystem für Warmwasser und Heizung mit Zusatzheizung im Durchlauf

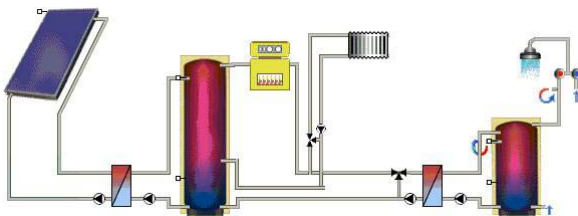


Bild 7.6.4
C4 - Großanlagensystem für Warmwasser
und Heizung mit Zusatzheizung im Durchlauf

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- ggf. Heizkreis (s. Kapitel 7.3.7)
- Anbindung Kollektorkreis (s. Kapitel 7.3.1), enthält
 - Kollektorfeld (s. Kapitel 7.3.2), enthält
 - Kollektor (s. Kapitel 7.3.3)
 - Verschattung (s. Kapitel 7.3.4)
- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- Pufferspeicher (s. Kapitel 7.3.5.5)
- Zusatzheizung (s. Kapitel 7.3.6)
- Warmwasserbereitung (s. Kapitel 7.3.9), enthält

- ext. Wärmetauscher (s. Kapitel 7.3.8)
- WW-Bereitschaftsspeicher (s. Kapitel 7.3.5.6)

7.7 Komponenten für SysCat-Großanlagen

In diesem Kapitel werden die Komponenten beschrieben, die nur in Großanlagen auftreten oder die sich von denen der Standardanlagen unterscheiden. Die übrigen Komponenten finden Sie im Kapitel 7.3.

Spezielle Angaben zur Legionellenschaltung enthält das Kapitel 7.3.9.1.

7.7.1 Warmwasserbereitung

In den Großanlagen werden folgende Arten der Warmwasserbereitung nachgebildet:

- Monovalente Warmwasserbereitung
- Bivalente Warmwasserbereitung mit solarer Vorwärmung des Frischwassers
- Bivalente Warmwasserbereitung mit einem Warmwasserspeicher
- Bivalente Warmwasserbereitung mit einem solaren Vorwärmerspeicher und Nachheizung im WW-Bereitschaftsspeicher

Dabei ist der Warmwasser-Bereitschaftsspeicher im ersten Fall über einen externen Wärmetauscher an den beheizten Pufferspeicher angeschlossen, während in den anderen Fällen der Pufferspeicher nur solar beladen wird und die Zusatzheizung den Warmwasserspeicher direkt versorgt.

Beheizte Pufferspeicher werden vor allem dann eingesetzt, wenn auch die Heizkreise solar unterstützt werden sollen.

7.7.1.1 Bivalente Warmwasserbereitung mit solarer Vorwärmung des Frischwassers

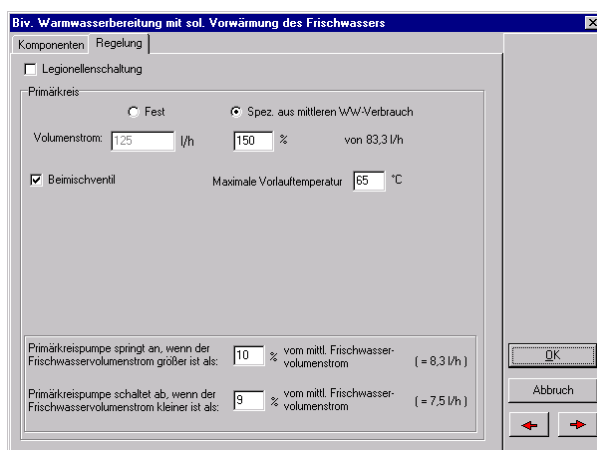


Bild 7.7.1
Dialog Bivalente Warmwasserbereitung mit solarer Vorwärmung des Frischwassers

Auf der Seite **Regelung** wird der **Volumenstrom** der Primärkreispumpe entweder relativ zum mittleren Warmwasser-Verbrauch spezifisch bestimmt oder absolut in Liter pro Stunde eingegeben.

Über das Feld *Beimischventil* kann die Temperatur im Wärmetauscher auf eine maximale Temperatur begrenzt werden.

Ob die *Pumpe im Primärkreis* in oder außer Betrieb geht, wird in Abhängigkeit vom Zapfvolumenstrom der Warmwasserverbraucher geregelt.

Angenommen, Sie haben bei der Definition des Warmwasserverbrauchs 100 Liter/Tag als Warmwasserbedarf definiert. Dann springt die Pumpe des Primärkreises bei einem Zapfvolumenstrom von 10 Liter/Stunde an. Analog dazu geht die Pumpe außer Betrieb bei einem Zapfvolumenstrom, der kleiner ist als 9 Liter/Stunde.

7.7.1.2 Bivalente Warmwasserbereitung mit einem Warmwasserspeicher

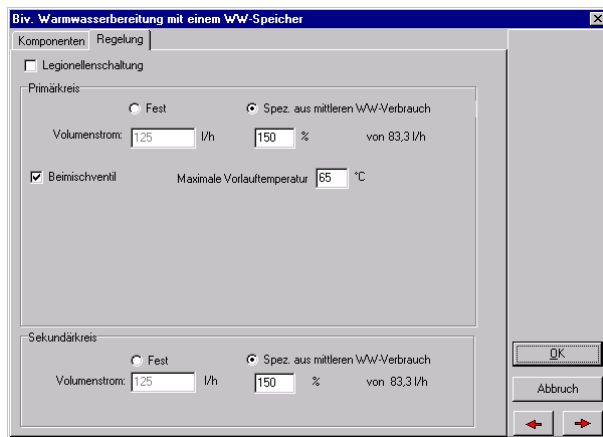


Bild 7.7.2
Dialog Bivalente Warmwasserbereitung
mit einem Warmwasserspeicher

Auf der Seite **Regelung** wird der *Volumenstrom* der Primär- und Sekundärkreispumpe entweder relativ zum mittleren Warmwasser Verbrauch spezifisch bestimmt oder absolut in Liter pro Stunde eingegeben.

Über das Feld *Beimischventil* kann die Temperatur im Wärmetauscher auf eine maximale Temperatur begrenzt werden.

7.7.1.3 Bivalente Warmwasserbereitung mit einem solaren Vorwärmespeicher und Nachheizung im WW-Bereitschaftsspeicher

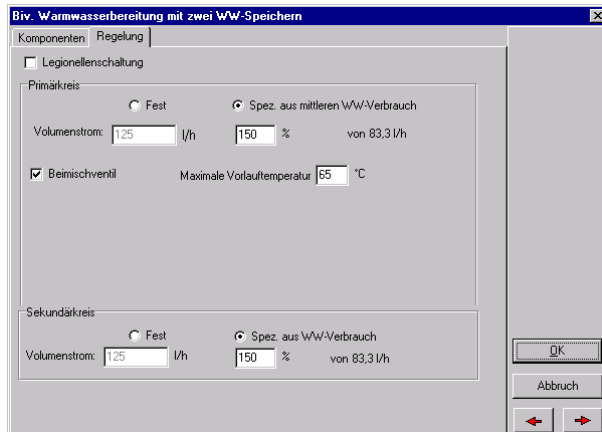


Bild 7.7.3
Dialog Bivalente Warmwasserbereitung
mit zwei WW-Speichern

Auf der Seite **Regelung** wird der *Volumenstrom* der Primär- und Sekundärkreispumpe entweder relativ zum mittleren Warmwasser-Verbrauch spezifisch bestimmt oder absolut in Liter pro Stunde eingegeben.

Über das Feld *Beimischventil* kann die Temperatur im Wärmetauscher auf eine maximale Temperatur begrenzt werden.

8 Grafikausgabe

Mit Hilfe der Grafikausgabe können Sie alle im Programm ermittelten Werte in beliebiger Auflösung am Bildschirm oder auf dem Drucker grafisch darstellen. Die Grafikausgabe wird im Menü **Ergebnisse | Grafik** eingesetzt.

Der zeitliche Verlauf der Wetterdaten (Strahlung, Temperatur), vom Kollektorkreis abgegebene Energie, von Energiebedarf und -lieferung für Warmwasser und Heizung und die Bewertungsgrößen wie Deckung und Nutzungsgrad können zu jedem Zeitpunkt des simulierten Jahres mit einer Auflösung in Stunden-, Tages- oder Monatswerten dargestellt werden.

Sie können bis zu acht Ergebnis-Datensätze in einer Grafik darstellen, wobei ggf. auch mehrere y-Achsen verwendet werden. Sie können mehrere Grafikfenster öffnen und die Fenster beliebig auf dem Bildschirm anordnen. Dabei können Sie die Grafik frei formatieren. Alle Achsen und Achsenbeschriftungen sind formatierbar. Die Ausgabewerte lassen sich als Kurven wie auch als Balken darstellen. Die Farben der Kurven sind veränderbar. Die Skalierung der Achsen und die Position der x-Achse sind frei veränderbar. Die Legenden und der Titel lassen sich über dem gesamten Dokument verschieben.

Die Ergebnisse können auch tabellarisch angeschaut werden und so in ASCII-Dateien abgespeichert werden, falls Sie die Daten mit externen Programmen auswerten wollen.

8.1 Formatieren der Grafikausgabe

Die Grafik hat ein eigenes Menü, eine Symbolleiste und verschiedene Pop-Up-Menüs, die Sie über die rechte Maustaste aufrufen können. Die Befehle der Symbolbuttons und der Pop-Up-Menüs sind abhängig vom ausgewählten, d.h. markierten Objekt. Objekte sind die einzelnen Kurven, die beiden Achsen und das Legenden- und Titelfeld.

Die einzelnen dargestellten Datensätze und y- und x-Achsen können durch einfaches Klicken mit der linken Maustaste markiert werden. Die Markierung ist durch Punkte an den Datensatzdarstellungen kenntlich gemacht. Bei Kurven und bei der x-Achse muss zum Markieren immer unterhalb der Linie und bei der y-Achse links von der Achse geklickt werden!

Durch Doppelklicken auf die x- und y-Achse werden die Dialoge **Formatierung der x-Achse** und **Formatierung der y-Achse** aufgerufen.

Durch Klicken auf die rechte Maustaste öffnet sich für die Achsen und die Kurven ein Pop-Up-Menü mit den Menübefehlen zum aktuellen Objekt.

Sind mehrere y-Achsen ausgewählt, wird unter jede y-Achse die Kurvenfarbe der zu ihr gehörenden Kurve gezeichnet, um die Zuordnung zu ermöglichen.

8.2 Beschreibung der Oberfläche

8.2.1 Legenden-, Titel- und Koordinatenfeld

Im Legendenfeld werden alle dargestellten Datensätze beschrieben und der jeweiligen Darstellung zugeordnet.

Hinter dem jeweiligen Namen des Datensatzes wird, falls Energien dargestellt werden, die Summe der Energie im dargestellten Zeitraum ausgegeben. Werden Leistungen,

Temperaturen, Windgeschwindigkeit und Bewertungsgrößen (Deckung, Nutzungs- und Wirkungsgrade) dargestellt, werden die durchschnittlichen Werte im dargestellten Zeitraum ausgegeben.

Das Legendenfeld kann markiert und verschoben werden.

Durch Doppelklicken innerhalb des Titelfeldes wird ein Dialogfenster geöffnet, in dem Sie den Titel der Grafik verändern können. Nach dem Schließen des Dialogfensters ist dieser Titel in der Grafikausgabe dargestellt. Mit der Maus können Sie nun den Titel an eine beliebige Stelle innerhalb der Grafik verschieben.

Das Koordinatenfeld befindet sich in der Fußleiste der Grafikausgabe. Es gibt die aktuellen Koordinaten wieder, wenn der Mauszeiger sich innerhalb des Diagramms befindet. Datum und Uhrzeit bzw. der x-Wert sowie zugehöriger y-Wert der Position des Mauszeigers werden angezeigt. Werden mehrere y-Achsen dargestellt, bezieht sich der y-Wert in der Fußleiste immer auf die zuletzt markierte y-Achse.

8.2.2 Symbolleiste

Über die dargestellten Symbole der Symbolleiste können einige Formatierungsmerkmale des jeweils markierten Objekts der Grafikausgabe (Kurve, Achsen, Titel- und Legendenfeld) schnell geändert werden.



Grafik auf Drucker ausgeben.



Grafik wird in der Zwischenablage gespeichert und kann z.B. in Excel bearbeitet werden.



Durch das Klicken auf die roten Pfeilsymbole können Sie den nächsten oder den vorhergehenden Zeitraum darstellen lassen (nur wenn das Anzeigeintervall kleiner als ein Jahr ist).



Durch das Klicken auf die schwarzen Pfeilsymbole können Sie den nächsten oder den vorhergehenden Zeitraum darstellen lassen (nur wenn das Anzeigeintervall kleiner als ein Jahr ist).



Vergrößert und verkleinert die Schrift des markierten Objektes (Achsen, Titel, Legende).



Wechselt zwischen normaler und fetter Schrift des markierten Objektes (Achsen, Kurve, Titel, Legende)



Wechseln der Schriftart für alle Objekte.



Die markierte Kurve wechselt zwischen Linien- und Balkendarstellung.



Das Zeichenfeld wird entsprechend der markierte Achse gerastert.

8.3 Menü der Grafikausgabe

8.3.1 Kurven

Unter dem Menü **Kurven** werden alle darstellbaren (ausgewählten) Kurven aufgeführt. In einem Untermenü sind alle Formatierungsmöglichkeiten anwählbar. Die aktuell gewählten Formatierungen sind durch Haken an den Menüpunkten gekennzeichnet. In dieses Untermenü gelangen Sie auch, indem Sie die gewünschte Kurve markieren und die rechte Maustaste betätigen oder über die Symbol-Schaltflächen.

- **Eigene y-Achse:** der ausgewählten Kurve wird eine eigene y-Achse zugeordnet und im Diagramm dargestellt. Es erscheint der Dialog zur Skalierung der neuen Achse.
- **Zeichenstärke normal/ fett:** die ausgewählte Kurve wird normal oder fett gezeichnet
- **Darstellung Linie/ Balken:** die ausgewählte Kurve wird in Linien oder Balkenform dargestellt.
- **Farbe ändern:** hier können Sie der ausgewählten Kurve eine andere Farbe geben.
- **unsichtbar:** durch Auswahl dieses Menüpunktes wird die ausgewählte Kurve nicht gezeichnet. Die Kurve wird nicht gelöscht, sondern kann durch nochmalige Auswahl dieses Punktes wieder sichtbar gemacht werden. Mindestens eine Kurve muss immer sichtbar sein.

8.3.2 Achsen

Zu den Dialogen zur Skalierung der Achsen gelangen Sie über das Menü, durch Doppelklicken auf die Achse oder bei selektierter Achse über das Pop-Up-Menü, das Sie über die rechte Maustaste aufrufen können.

Y - Achse formatieren



*Bild 8.3.1
Eingabefeld zur Formatierung der y-Achse*

- **Einheit:** Unter Einheit wählen Sie die Einheit, in der die y-Achse und die zu ihr gehörenden Kurven dargestellt werden sollen. Wenn Sie das Auswahlfeld *rechts anordnen* markieren, wird die y-Achse am rechten Rand des Diagramms angeordnet.
- **Lage der x-Achse:** In dieser Auswahlgruppe können Sie den Schnittpunkt der x-Achse mit der y-Achse definieren. Markieren Sie *bei Minimum*, wird die x-Achse am unteren Rand der y-Achse gezeichnet. Dagegen wird bei Auswahl von *bei Maximum* die x-Achse am oberen Rand der y-Achse gezeichnet. Möchten Sie die Lage der x-Achse frei bestimmen, tragen Sie im Feld *x-Achse schneidet bei* den gewünschten y-Wert ein.
- **Skalierung automatisch:** Ist dieses Feld markiert, wird die Achse unabhängig von den unteren Eingaben anhand der Minimal- und Maximalwerte der zu der y-Achse gehörenden

Kurven skaliert. Bei Änderung des Anzeigeintervalls der x-Achse wird die Skalierung aktualisiert.

Bei Änderung der nachfolgenden Skalierungswerte wird die automatische Skalierung sofort auf nicht gewählt gesetzt. Ist dies der Fall, gilt die eingegebene Skalierung für jedes Anzeigeintervall der x-Achse. Dies ist vor allem zum schnellen Vergleich verschiedener Anzeigenintervalle sinnvoll.

- **Kleinstwert:** Eingegeben wird der kleinste darzustellende Wert in der aktuell gewählten Einheit.
- **Höchstwert:** Eingegeben wird der größte darzustellende Wert in der aktuell gewählten Einheit.
- **Hauptintervall:** Definition der beschrifteten Intervalle. Eingegeben wird das Intervall in der aktuell gewählten Einheit.
- **Hilfsintervall:** Definition der Unterteilung der Hauptintervalle. Eingegeben wird das Intervall in der aktuell gewählten Einheit.
- **Raster:** Es werden gepunktete oder durchgezogene Hilfslinien auf Höhe der Hauptintervalle gezeichnet.

X - Achse formatieren

Hier erscheinen unterschiedliche Dialoge abhängig davon, ob es sich bei der Grafik um eine zeitliche Darstellung handelt oder nicht.

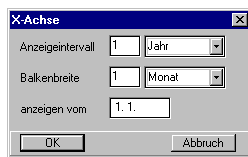


*Bild 8.3.2
Formatierung der x-Achse (zeitliche
Darstellung)*

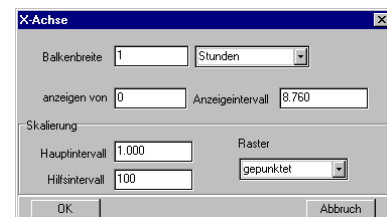


*Bild 8.3.3
Formatierung der x-Achse
(nichtzeitliche Darstellung)*

- **Anzeigeintervall:** Unter Anzeigeintervall wird der Zeitraum definiert, der in der Grafik dargestellt werden soll. Mit der Auswahl Tag, Woche, Monat, Jahr wird neben dem Zeitintervall auch der Abstand und die Beschriftung des Hauptintervalls der x-Achse festgelegt.
- **Balkenbreite:** Unter Balkenbreite wird das Zeitintervall angegeben, in dem die Daten zusammengefasst werden. Eine Zahl und ein Zeitintervall werden getrennt eingegeben. Je nach dem, welche Einheit Sie gewählt haben, werden die Werte der Kurven in diesem Intervall entweder aufsummiert (Energien) oder gemittelt (Leistungen, Temperaturen).
- **anzeigen vom:** Hier wird der Zeitpunkt des Jahres eingegeben, an dem die Darstellung der Kurven begonnen werden soll (im Datumsformat).
- **Balkenbreite:** Unter Balkenbreite wird das Intervall angegeben, in dem die Daten zusammengefasst werden. Je nach dem, welche Einheit Sie gewählt haben, werden die Werte der Kurven in diesem Intervall entweder aufsummiert (Energien) oder gemittelt (Leistungen, Temperaturen).
- **anzeigen von:** Hier wird der x-Wert eingegeben, an dem die Darstellung der Kurven begonnen werden soll.

- **Anzeigeintervall:** Unter Anzeigeintervall wird das Intervall definiert, das in der Grafik dargestellt werden soll. Es gilt dieselbe Einheit wie unter Balkenbreite definiert.
- **Hauptintervall:** Definition der beschrifteten Intervalle. Eingegeben wird das Intervall in der aktuell gewählten Einheit.
- **Hilfsintervall:** Definition der Unterteilung der Hauptintervalle. Eingegeben wird das Intervall in der aktuell gewählten Einheit.
- **Raster:** Es werden gepunktete oder durchgezogene Hilfslinien auf Höhe der Hauptintervalle gezeichnet.

8.3.3 Anzeigen

Unter Anzeigen können Sie bei Zeitachsen den Zeitraum bestimmen, der über die Zeitachse dargestellt werden soll. Sie können wählen zwischen Tag, Woche, Monat und Jahr. Eine davon abweichende Anzeige (beispielsweise zwei Monate) kann unter Achsen/ x-Achse formatieren ausgewählt werden.

8.3.4 Optionen

- **Legende:** hier kann gewählt werden, ob die Legende dargestellt werden soll oder nicht.
- **Titel:** hier kann gewählt werden, ob der Diagrammtitel dargestellt werden soll oder nicht.

8.3.5 Tabelle

Die ausgewählten Kurven können in Tabellenformat dargestellt werden.

Aufzeichnungsschritte und -intervall werden aus der Kurvendarstellung übernommen. Möchten Sie die Aufzeichnungsschritte und -intervall ändern, rufen Sie **Achsen | x-Achse** auf. Das Aufzeichnungsintervall können Sie auch schneller über das Menü **Anzeigen** variieren.

Über das Menü **Grafik** kommen Sie zurück zur Kurvendarstellung.

Die Anzahl der Nachkommastellen wird über das Hauptintervall der y-Achse bestimmt. Zum Ändern des Hauptintervalls müssen Sie zunächst zurück zur Kurvendarstellung (über das Menü **Grafik**) und dort das Menü **Achsen | y-Achse** aufrufen. Sie können das Hauptintervall oder die Einheit verändern und gehen dann wieder zurück zur Tabelle.

Über das Menü **Datei | Speichern** ist es von hier aus möglich, die Ergebnisse in ASCII-Dateien abzuspeichern, und über **Datei | Kopieren** können Sie die Werte in die Zwischenablage kopieren, um Sie in einem Tabellenprogramm, z.B. Excel, wieder auslesen zu können.

Anhang

Glossar

Amortisationszeit

Der Zeitraum, den die Anlage laufen muß, um für die Investition einen → Kapitalwert von Null zu erbringen. Amortisationszeiten größer als 40 Jahre werden nicht ausgegeben.

Annuität

Eine Folge gleichbleibender Zahlungen unter Berücksichtigung von → Lebensdauer und Zinssatz.

Aufstellung

Die A. des Kollektorfeldes wird durch den → Aufstellwinkel und die → Ausrichtung (Azimut) festgelegt. Aus Aufstellwinkel und Ausrichtung errechnet der → Strahlungsprozessor die Einstrahlung auf die geneigte Fläche.

Aufstellwinkel

(Neigung) beschreibt den Winkel zwischen der Waagerechten und der Kollektorfläche. Er ist 0°, wenn die Kollektoren flach auf dem Boden liegen und 90°, wenn sie senkrecht stehen.

Ausrichtung

(Azimutwinkel) beschreibt die Abweichung der Normalen der Kollektor-Fläche von der Südrichtung. Sie beträgt 0°, wenn die Fläche genau nach Süden ausgerichtet ist. Der Azimutwinkel wird positiv bei Ausrichtungen in Richtung Westen und negativ bei Ausrichtungen in Richtung Osten. Eine Ausrichtung nach Westen entspricht damit +90°, eine Ausrichtung nach Osten -90°.

Azimutwinkel

→ Ausrichtung

Barwert

Die auf den Zeitpunkt am Anfang des Betrachtungszeitraumes abgezinste Summe der laufenden Zahlungen. Die Barwerte werden positiv ausgegeben, wenn Sie als Einnahmen zu verzeichnen sind und negativ, wenn die Beträge Kosten darstellen. Berechnet werden Investitionen, Förderung, Einsparung, Betriebskosten

Bereitschaftsspeicher

Der Speicher eines Systems, in dem ausschließlich Warmwasser der geforderten Temperatur auf Solltemperatur vorgehalten wird (z.B. im System A2)

Betriebskosten

Die durch den Betrieb der Anlage anfallenden laufenden Kosten, z.B. Wartungskosten, Stromkosten. Aus → Kapitalzins, → Preissteigerungsrate und → Lebensdauer ergeben sich der → Barwert und die → Annuität der Betriebskosten.

Betriebszeit

Während der B. ist die jeweilige Komponente aktiv, sind Zeiträume (Stunden, Tage oder Monate) ausgeschaltet, so ist die Komponente nicht aktiv.

Bezugsfläche

Die spezifischen Kollektorkennwerte beziehen sich in der Regel nicht auf die Bruttofläche, sondern auf eine Bezugsfläche, die den Testberichten der Prüfinstitute entnommen ist. Bei Flachkollektoren ist die Bezugsfläche je nach Testinstitut die Absorberfläche oder die Aperturfläche. Bei Röhrenkollektoren (z.B. mit Spiegelkonstruktionen mit senkrecht stehendem Absorber) ist die Bezugsfläche häufig ohne praktischen Bezug, eine rein theoretische Größe.

Bilanzierung

→ Energiebilanz

Brennstoffeinsparung

Die nutzbare Solarenergie wird zu jedem Zeitpunkt mit dem jeweiligen Nutzungsgrad der Nachheizung auf das entsprechende Primärenergie-Äquivalent umgerechnet.

Brennstoffpreis

Der zum Zeitpunkt der Berechnung gültige Preis für die angegebene Primärenergie. Er muß in der in der Windows-Ländereinstellung angegebenen Währung eingegeben werden.

Brennstoffverbrauch

Aus der am Wärmetauscher der Zusatzheizung übertragenen Energie wird über das Wärmeäquivalent und den Wirkungsgrad der Zusatzheizung der Einsatz an Energieträgern je nach Energieart (Erdgas, Öl, Holzpellets, Fernwärme) berechnet.

Bruttofläche

Berechnet sich aus den äußeren Abmessungen des Kollektors; die spezifischen Kollektorkennwerte beziehen sich in der Regel nicht auf die Bruttofläche, sondern auf eine
→ Bezugsfläche.

CO₂-Emissionen

Es werden die durch die Solaranlage eingesparten CO₂-Emissionen berechnet. Dazu werden Emissionsfaktoren je nach (eingespartem) Energieträger verwendet.
(→ Brennstoffeinsparung)

Deckungsanteil

Das Verhältnis von der dem Bereitschaftsspeicher vom Solarsystem zugeführten Energie zur Summe der dem Bereitschaftsspeicher zugeführten Energie (Solarsystem und Zusatzheizung)

Einsparungen

Als ein Ergebnis der Simulation wird die im Simulationszeitraum durch die Solaranlage erzielten E. an Referenzbrennstoff ausgegeben.

Energie, abgeführte

Abgeführte oder abgegebene Energien sind solche, die eine Komponente (Kollektorkreis, Speicher usw.) an eine andere Komponente übergibt.

Energie, vom Solarsystem abgegebene

Besteht aus der Energie, die vom Solarspeicher aufgrund des Verbrauchs und einer eventuell in den Solarspeicher geregelt rückgeführten Zirkulation an den Bereitschaftsspeicher abgegeben wird.

Energie, zugeführte

Energien, die einer Komponente zugeführt werden, z.B. Einstrahlung, Wärmezufuhr am Wärmetauscher, Wärmetransport durch Massenstrom aufgrund des Verbrauchs oder der Zirkulation.

Energiebilanz

Die Summe aus den zugeführten Energien, den abgeführten Energien sowie der Speicherung von Energie durch die Wärmekapazität der Anlagenkomponenten muß gleich Null sein. Die Bilanzierung geschieht nicht pauschal für die gesamte Anlage, sondern für die einzelnen Anlagenkomponenten:

Energielieferung

→ Energie, zugeführte

Ertrag, solarer

Vom Kollektorkreis abgegebene Energie

Fremdfinanzierung

Ein Teil des Investitionsvolumens wird nicht durch Eigenkapital, sondern durch Aufnahme von Krediten gedeckt. Ist der Kreditzins höher als der Kapitalzins, verursacht die Kreditaufnahme zusätzliche Kosten.

Fremdkapital

Die Kreditsumme, die aufgenommen wird.

Fremdwärme

Setzt sich zusammen aus der (von der Fensterfläche und dem Fenstertyp abhängigen) solaren Fremdwärme und der inneren Fremdwärme (z.B. von elektrischen Geräten erzeugt).

Heizgrenztemperatur

Unterschreitet die Außentemperatur die H., geht die Heizung in Betrieb.

Heizkreis

Ist in T*SOL definiert über seine Vor- und Rücklauftemperatur. Es können zwei H. definiert werden (Hoch- und Niedertemperatur).

Heizwärmebedarf

→ Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf

Investitionen

Die Investitionskosten entsprechen den Anlagenkosten, gegebenenfalls abzüglich der Förderung

Jahresheizwärmebedarf

Die gesamte Energie die im Laufe eines Jahres zur Gebäudeerwärmung aufgebracht werden muß.

Kapitalwert

Summe der Barwerte von Investitionen, Förderungen, Einsparungen, Betriebskosten und Kreditkosten (jeweils vorzeichenbehaftet)

Kapitalzins

Der Zinssatz, mit dem Kapital für die Investition von einer Bank geliehen werden müßte, bzw. der Zinssatz, mit dem das eingesetzte Kapital verzinst werden könnte.

kA-Wert

Produkt aus Wärmedurchgangskoeffizient und Fläche des Wärmetauschers. Der Wert ist gleich dem Quotienten aus übertragener Leistung und mittlerer logarithmischer Temperaturdifferenz am Wärmetauscher

Kesselnutzungsgrad

Der K. beschreibt das Verhältnis aus eingesetzter Primärenergie (bezogen auf den Heizwert des verwendeten Brennstoffes) und daraus gewonnener Nutzenergie.

Kollektorfeld

Das K. in T*SOL besteht aus den Kollektoren mit Verrohrung.

Kollektorkreisanbindung

Die K. in T*SOL organisiert die Verbindung zwischen → Kollektorfeld und Speicher.

Kollektorkreisnutzungsgrad

Quotient aus der vom Kollektorkreis abgegebenen und der auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahlten Energie

Konversionsfaktor

Gibt an, welcher Anteil der eingestrahlten Energie bei senkrechtem Einfall vom Kollektor absorbiert wird, wenn die Kollektortemperatur gleich der Umgebungstemperatur ist.

Kosten

→ Barwert

Kreditzins

Der Zinssatz, der für die Aufnahme eines Kredites zu zahlen ist. Liegt der Kreditzinssatz unterhalb des Kapitalzinssatzes, wirkt sich die Aufnahme eines Kredits als Förderung aus, liegt er oberhalb, erhöhen sich die Gesamtkosten. Bei gleichen Zinssätzen bleiben sie gleich.

Ladezeit

Beschreibt den Zeitraum der für eine vollständige Ladung des Speichers notwendig ist.

Lastgang

Warmwasserverbrauch in Abhängigkeit von der Zeit. Die Berechnung erfolgt über die Definition unterschiedlicher Tages-, Wochen- und Jahres-Profile

Laufzeit

Zeitraum, der für die Rückzahlung eines Kredites vereinbart wurde.

Lebensdauer

Der vom Hersteller angegebene Zeitraum, den die Anlage voraussichtlich im Betrieb ist.

Legionellenschaltung

Bei einer Anlage mit L. wird der WW-Speicher in einstellbaren Abständen durchgeladen.

Nachheizung

→ Zusatzheizung

Nennweite

Bei der Berechnung der Rohrnennweiten im Kollektorkreis werden die DIN-Rohrnennweiten zugrunde gelegt. Änderungen sind möglich.

Norm-Außentemperatur

Auslegungstemperatur für die Heizleistung.

Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf

Die Heizleistung die erforderlich ist, um die Rauminnentemperatur des Gebäudes bei → Norm-Außentemperatur auf dem Sollwert zu halten. Die Kesselnennleistung muß größer sein als der N..

Nutzungsgrade

Es werden der → Kollektorkreisnutzungsgrad und der → Systemnutzungsgrad berechnet

Preissteigerungsraten

Für den Barwert spielt die Entwicklung der Betriebskosten und des Energiebezugs eine wesentliche Rolle.

Regelung

Zu verschiedenen Komponenten können Regelparameter festgelegt werden. Bei Speichern z.B. Solltemperaturen, Schalttemperaturen.

Schadstoffberechnungen

→ CO₂-Emissionen

Schichtenladevorrichtung

bewirkt innerhalb des Speichers, daß das zufließende Wasser genau in die Speicherschicht strömt, die seiner Temperatur entspricht

Schwimmbadwärmebedarf

Summe der vom Solarsystem und von der Nachheizung an das Schwimmbad abgegebenen Energien

Simulation

Untersuchung des Einflusses der Umgebungsbedingungen, des Verbraucherverhaltens und der unterschiedlichen Komponenten auf die Betriebszustände der Solaranlage

Simulationsintervall

Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Berechnungsschritten. Es variiert abhängig vom System zwischen 1 und 6 Minuten und wird automatisch gesetzt

Simulationszeitraum

Gesamtzeitraum, über den simuliert werden soll. Es sind S. zwischen einem Tag und einem Jahr möglich

Solarspeicher

Der S. ist der Speicher bzw. Teil eines Speichers, welcher durch das Kollektorfeld beladen wird.

Solltemperatur

Mindesttemperatur des Trinkwassers. Wird die S. in der obersten Schicht des Speichers unterschritten, tritt die → Zusatzheizung in Aktion.

Speichermodell

Das Schichtspeichermodell arbeitet mit Speicherschichten variabler Stärke. Die Anzahl der Schichten ist nicht konstant, sondern wird bei der Simulation angepaßt.

Speicherumschichtung

Bei aktivierter S. wird für den Fall, dass in dem Solarspeicher (oben) eine höhere Temperatur herrscht als im Bereitschaftsspeicher (oben), eine Umschichtung vorgenommen.

Spezifische Wärmekapazität

Wärmemenge pro m² Bezugsfläche, die der Kollektor inklusive Wärmeträgerinhalt bei einer Temperaturerhöhung um 1 K speichern kann

Strahlungsmodell

Die in den → Wetterdaten hinterlegten Werte für die Globalstrahlung horizontal wird nach dem Modell von Reindl in einen diffusen und einen direkten Anteil aufgeteilt.

Strahlungsprozessor

Errechnet aus → Aufstellung und → Ausrichtung des Kollektorfeldes die Einstrahlung auf die geneigte Fläche

Systemnutzungsgrad

Quotient aus vom Solarsystem abgegebener und auf die Kollektorfläche (Bezugsfläche) eingestrahelter Energie

Tagesverbrauch

Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch pro Tag. Üblich sind Werte von 35 –45 l pro Person und Tag bei 50°C Wassertemperatur.

Volumenstrom

Der V. für das Kollektorfeld wird in l/h angegeben und kann entweder absolut oder bezogen auf die Kollektorfläche festgelegt werden.

Wärmebedarf

→ Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf

Wärmedurchgangskoeffizient

(Wärmeverlustbeiwert) gibt an, wieviel Wärme der Kollektor pro m² Bezugsfläche und Kelvin Temperaturunterschied zwischen Kollektormitteltemperatur und Umgebung an seine Umgebung abgibt

Wärmeleitzahl

Gibt die spezifischen Verluste der Wärmedämmung (z.B. bei Rohren) an.

Wärmepreis

Ergibt sich aus dem Quotienten der → Investitions- → Betriebs- und Wartungskosten (unter Berücksichtigung von → Lebensdauer und → Kapitalzinsen) und der erzeugten Wärme.

Warmwasserbedarf

→ Tagesverbrauch

Wetterdaten

Die mitgelieferten W. (für zahlreiche Standorte) beinhalten Stundenmittelwerte der horizontalen Globalstrahlung, der Außentemperatur und der Windgeschwindigkeit.

Winkelkorrekturfaktoren

Beschreiben die Reflexionsverluste bei nicht senkrecht zur Kollektorfläche stehender Sonne

Zirkulation

Die Warmwasserbereitung kann mit Z. betrieben werden. Die Z. erhöht den Komfort (Warmwasser ist auch bei langen Leitungen sofort verfügbar), sie ist allerdings auch mit Verlusten verbunden.

Zusatzheizung

Bewirkt, daß bei nicht ausreichender Sonneneinstrahlung die → Solltemperatur erreicht wird. Sie versorgt ggf. auch die Heizkreise. In der Regel der Heizkessel.

Liste der wählbaren Parameter

Beispiel: System B5 - Schwimmbad- und Kombispeichersystem für Warmwasser und Heizung

Komponente	Parameter	Default-Wert	
Anlage	Bezeichnung	Variante ...	
	Umgebungstemperatur	20	°C
	Regelung	nein	
	Einsparungen	nein	
	Wirkungsgrad	78	%
	Brennstoff	Erdgas H	
Wetter	Datei	Berlin	
	Standort	Berlin	
Warmwasser	Verbrauch	160	l/d
	Solltemperatur Warmwasser	50	°C
	Kaltwassertemperatur Februar	8	°C
	Kaltwassertemperatur August	12	°C
	Profil	Einfamilienhaus Abendspitze	
	Zirkulation	nein	
	Zirkulation	einf. Länge Rohnetz	10 m
		Temperaturspreizung	3 K
		spez. Verluste	0,3 W/(m*K)
		Betriebszeiten alle Tage gleich	ja
		tägl. Betriebszeiten	6 - 22 Uhr
	Betriebszeiten	Betriebszeiten WW-Bereitung	365 d
Heizwärme	Wärmebedarf	Norm-Gebäude-Wärmestrombedarf	6 kW
		beheizte Nutzfläche	130 m²
		Rauminnentemperatur	21 °C
		Normaußentemperatur	-12 °C
		Heizgrenztemperatur	14 °C
		Bauweise	mittelschweres Gebäude
	Fremdwärme	Verhältnis Fensterfläche / Bruttogeschossfläche N / O / S / W	2 / 5 / 10 / 7 %
		Fenstertyp	2fache Isolierverglasung
		innerer Fremdwärmeanfall	5W/m²

Komponente	Parameter	Default-Wert
Heizbetrieb	Betriebszeiten	August - Mai
	Absenkezeiten alle Tage gleich	ja
	Absenkezeiten	23 - 6 Uhr
	Absenkung um	5 K
Anbindung Kollektorkreis		
Kollektorkreis	Wärmeträger	Wasser-Glykol-Gemisch
	Glykolanteil	40 %
Kombispeicher	Volumenstrom	40 l/h/m ² Kollektorfläche
	Kollektorkreispumpe ein	8 K
	Kollektorkreispumpe aus	3 K
Schwimmbad	Volumenstrom	40l/h/m ² Kollektorfläche
	Kollektorkreispumpe ein	8 K
	Kollektorkreispumpe aus	3 K
	externer Wärmeübertrager	
	Temperaturdifferenz	5 K
Regelung	Reihenfolge der Anbindungen	1. Schwimmbad 2. Kombispeicher
Kollektorfeld	Anzahl Kollektoren	12
Aufstellung	Aufstellwinkel	30 °
	Azimutwinkel	0 °
Verrohrung	einfache Rohrlänge	
	innen	8 m
	außen	1 m
	zw. den Kollektoren	200 mm/Kollektor
	Wärmeleitzahl der Dämmung	
	innen	0,045 W/(m*K)
	außen	0,045 W/(m*K)
	zw. den Kollektoren	0,045 W/(m*K)
	Nennweite der Verrohrung	
	Sammelleitung	18 mm
	zw. den Kollektoren	15 mm
	Dicke der Dämmung	
	innen	20 mm
	außen	20 mm
	zw. den Kollektoren	20 mm

Komponente	Parameter	Default-Wert
Kollektor	Datei	Standard Flachkollektor 1 m²
Verschattung	Datei	keine
Speicher	Typ	Kombispeicher (int. Wärmetauscher)
	Volumen	800 l
	Anzahl	1
	Verhältnis Höhe / Durchmesser	2
	Dämmung	
	Stärke	100 mm
	Wärmeleitwert	0,045 W/(m*K)
	Regelung	
	Solltemperatur rel. zur WW-Solltemperatur	10
	Nachheizung	
Zusatzheizung	eingeschränkte Ladezeiten	nein
	Einschalttemperatur	-3 K
	Ausschalttemperatur	3 K
	Maximaltemperaturbegrenzung	90 °C
	Umlenkventil einschalten	5 K
	Typ	Gas-Brennwertkessel
	Nennleistung	9 kW
	Brennstoff	Erdgas H
	Betriebszeiten	365 d
	Nutzungsgrad	
Nutzungsgrad	Heizbetrieb	
	Nutzungsgrad	91 %
	bei Rücklauftemperatur	60 °C
	Nutzungsgrad	101 %
	bei Rücklauftemperatur	30 °C
Heizkreis	Warmwasserbereitung	70 %
	Hochtemperatur-Heizkreis	
	Vorlauftemperatur	60 °C
	Rücklauftemperatur	40 °C
	Niedertemperatur-Heizkreis	
Schwimmbad	Vorlauftemperatur	40 °C
	Rücklauftemperatur	25 °C
	proz. Anteil des HT-Kreises	0 %
Schwimmbad	Typ	Freibad

Komponente	Parameter	Default-Wert
Becken	Frischwasserzufuhr	83,33 l/d
	Anzahl Badegäste	2 /d
	Nachheizung	nein
	Frischwassertemperatur Februar	8 °C
	Frischwassertemperatur August	10 °C
	Saison	15.5. - 15.9.
	Betriebsstart 10 Tage vorher	ja
	Becken neu füllen	nein
	Beckenform	rechteckig
	Länge	8 m
	Breite	4 m
	mittl. Tiefe	2 m
	Fliesenfarbe	hellblau
	Windschutz	teilw. vorhanden
	geografisches Umfeld	frei
Abdeckung	Solltemperatur	22 °C
	max. Schwimmbadtemperatur	32 °C
	Abdeckung vorhanden	nein
	eff. Schwimmbadabdeckung	90 %
	Art der Abdeckung	Rollladen nicht transparent
Raumklima	Abdeckzeiten alle Tage gleich	ja
	tägl. Abdeckzeiten	19 - 7 Uhr
	Raumtemperatur	25 °C
Solare Erträge	rel. Luftfeuchte	60 %
	Berücksichtigung eingespeiste Energie	vollständig
	Berücksichtigung bis	28 °C

Kollektorliste

Stand: 31. Oktober 2001

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
R	Abig	LUX2000 5R (Schwarzchrom)	4	KT97_03	12.09.97
R	Abig	LUX2000 5R (Sunselect)	6	46-01/D	23.08.01
R	Abig	LUX2000 6R (Schwarzchrom)	3	C239	Jul 97
R	Abig	LUX2000 6R (Sunselect)	4	KT00_02	Sep 00
F	Abig	LUX2000 FK175 (Sunselect)	4	KT00_01	15.05.01
R	Abig	LUX2000 HP (Schwarzchrom)	4	KT99_02	18.08.99
R	AEG	STK 16 Vakuumröhre	2		Dez 94
F	AEG Elektrolux	FK 100 (Sunselect)	4	KT00_01	15.05.01
R	AEG Elektrolux	RK 100 (Schwarzchrom)	3	C239	Jul 97
R	AEG Elektrolux	RK 100 (Sunselect)	4	KT00_02	Sep 00
R	AEG Elektrolux	RK 105 (Schwarzchrom)	4	KT97_03	12.09.97
R	AEG Elektrolux	RK 105 (Sunselect)	6	46-01/D	23.08.01
F	Agema SA énergies	Azur 6	3	C280	Mai 98
F	AIDT Miljö	LF K3	8	2113	Mrz 96
F	Alligator Sunshine	CUADRO (TiNOX)	6	45-00/D	01.08.00
F	alpha-vogt Wassertechnik	alpha star 185	1	140S99003	12.02.99
F	alpha-vogt Wassertechnik	alpha star 260 K	1	14000201-33	07.07.98
F	alpha-vogt Wassertechnik	alpha star 85	1	140S99003	12.02.99
A	alpha-vogt Wassertechnik	alpha-plus-Multirohrsystem	6	46-00/A	20.11.00
F	Altec Solartechnik	Solar 2000sy	3	C160	Jun 95
F	Amcor	ps 2170	2		Jun 96
R	AMK SOLAC	SLU 150/12	5	KTB99001	26.02.99
F	AR-CON Solvarme	HT	2	96COL56	10.08.96
F	AR-CON Solvarme	S-250	8	D2084	09.05.94
F	AR-CON Solvarme	S-350	8	D2087	09.05.94
F	AR-CON Solvarme	STU-V	3	C226	Jul 96
F	AR-CON Solvarme	ST	3	C177	Aug 95
F	AR-CON Solvarme	STU	3	C122	Jan 96
F	August Brötje GmbH	FK 26 WT	5	KTB 2000-10	11.07.00
F	Austria Email AG	Sunlight 2500 R-E	3	C368	Okt 99
F	Austria Email AG	Sunlight 2500 R-T	3	C366	Dez 99
F	BOMIN Solar- und Energiesysteme GmbH	MS-26	3	C339	Aug 99

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	BOMIN Solar- und Energiesysteme GmbH	S-25	3	C312	Aug 99
F	BRAAS DACH SYSTEME	TK 10			
F	BRAAS DACH SYSTEME	TK 6			
F	BRAAS DACH SYSTEME	TK 8			
F	Bramac Dachsysteme International	BSD6E	3	C296	Mai 98
F	Buderus Heiztechnik	K 108	2	96COL57	1996
F	Buderus Heiztechnik	Logasol SKN 2.0	2	00COL199	03.11.00
F	Buderus Heiztechnik	Logasol SKS 2.1	2	97COL85	1997
F	Buderus Heiztechnik	Logasol SKS 3.0	2	01SIM62	09.03.01
R	Buderus Heiztechnik	Logasol VDR 1.0	6	46-01/D	23.08.01
F	Buschbeck Solartechnik	ECO -AD/EB	1	140S98074	18.12.98
F	CHRISTEVA	C8M	2	97COL99	1997
F	CHRISTEVA	CXL	1	28600692-3	06.03.97
F	Consolar GmbH	PLANO 21	6	17-01/D	05.04.01
F	Degen GmbH	Sunrise 10S-420	2	97COL75	06.06.97
F	Degen GmbH	Sunrise 10S-560	2	97COL75	06.06.97
F	Degen GmbH	Sunrise 10S-700	2	97COL75	06.06.97
F	Degen GmbH	Sunrise 10S-840	2	97COL75	06.06.97
F	Doma Solartechnik	Grossflächenkollektor	3	C293	Mai 00
F	ECO//SUN GmbH	ES-light	3	C243	Jul 97
F	ECO//SUN GmbH	Gobi 410	3	C143	Jun 95
F	ECO//SUN GmbH	Stern G 324 F	3	C057	Jan 96
F	Ecotec Solar GmbH	Ecostar Tx	6	48-99/D	01.03.00
R	Elco Klöckner	Astron 20	1	28600698-2	06.09.96
R	Elco Klöckner	Astron 20 DS	2	98COL136	30.12.98
R	Elco Klöckner	Astron 20 S	2	98COL129	27.10.98
R	Elco Klöckner	Astron 30	1	28600698-2	06.09.96
R	Elco Klöckner	Astron 30 DS	2	98COL136	30.12.98
R	Elco Klöckner	Astron 30 S	2	98COL129	27.10.98
F	Energie-Technik Müller	ETM 2.0 Ti	2	98COL117	08.07.98
F	Energie-Technik Müller	SES-AZ	2	97COL87	04.07.97
F	Ernst Schweizer AG	Elementkollektor groß	3	C73	Okt 98
F	Ernst Schweizer AG	MH 23 light	3	C320	Okt 99
F	ESTEC	FK 7210 Elite	6	60-01/D	14.09.01
F	ESTEC	FK6250 Prestige	7	10051-4.1	06.03.00

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	Fenergy von Felten	Domino	3	C378	Sep 00
F	FK Solartechnik	FK 200 MT	6	Arsenal M4132	17.09.99
F	FK Solartechnik	FK 200/2T	6	Arsenal E 4116/1	17.09.99
F	Fyrogenis	Stern G 324 F-H	3	C57	Jan 96
F	Gasokol	GKAN	7	11360	21.12.00
F	Gasokol	GKEC	3	C396	Apr 00
F	Gasokol	GKFN	7	M4 047	10.04.96
F	GeoSolar	GSE 2000	3	C351	Jun 99
F	Geo-Tec Solartechnik GmbH	GSE 2000 TIN	3	C394	Mai 00
R	GEYSOL AG	1514 KR	6	40-99/D	09.11.99
R	GEYSOL AG	1514 KR II	6	11-01/D	08.05.01
R	GEYSOL AG	1814 KR	6	51-01/D	09.10.01
F	GreenONEtec GmbH	FK6010, Serie 6000	2	97COL99	07.10.97
F	Happy Solar	EXPO 2100	2	97COL99	07.10.97
F	Helioakmi	Sun Power	1	28601068-1	23.09.97
F	HEWALEX	KS-2000S	3	C314	Mai 98
F	Hug Solarhausbau	Ra 4	3	C278	Mai 98
F	Ikarus Solar	alpha 1	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	alpha 2	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	alpha 3	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	alpha 4	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	alpha 5	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	CosmoSol 2.0	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	CosmoSol 2.35	3	C360	Jul 99
F	Ikarus Solar	Ikarus Typ 1	3	C152	Jun 95
F	ISTEK-Thermo GmbH	TS 3680 ecoslect	2	00COL177	24.08.00
F	ISTEK-Thermo GmbH	TS 3680 TiNOX	2	00COL178	24.08.00
F	Itapro Solaranlagen	ProSol 2000/2	2	00COL181	07.04.00
F	Itapro Solaranlagen	ProSol 2001/1	2	01COL206	09.04.01
F	Junkers Robert Bosch	Junkers FK 260	7	10051	25.02.00
R	Kalkgruber Solar	Solarfocus parallel	2	96COL69	15.01.97
R	Kalkgruber Solar	Solarfocus seriell	2	96COL70	15.01.97
F	Kasterka Vertriebsgesellschaft	SK 01	2	96COL42	1996
F	KBB Kollektorbau	Solector Typ BM 116	6	03-95/D	09.02.95
F	Keba-Sol	STA 23S	3	C295	Mai 00

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	Keba-Sol	STA 23T	3	C294	Mai 00
F	König-Solar	RP200VF	7	M4 132	07.04.98
F	KW-Solartechnik	BTR-C2	3	C285	Mai 98
F	Letov a.s.	HAL 96	3	C271	Mai 98
F	Manzenrieder Solar	ENERGY Ti	8		12.01.96
F	Manzenrieder Solar	PRAKTISOL - 2000 S	8		18.04.95
F	Max Weishaupt GmbH	WTS-F	3	C488	Jul 01
F	MEA - Maschinen	MEA K191.0	3	C82	Jan 96
R	microtherm Energietechnik GmbH	SYDNEY SK-18F	3	C56	Dez 97
R	microtherm Energietechnik GmbH	SYDNEY SK-6	3	C250	Dez 97
F	Nehs GmbH	MAXISUN 2000E	3	C469	Apr 01
F	Nordwest Handel AG	Delphis-therm Blue Eco	6	16-00/D	03.07.00
F	ökoTech	gluatmugl 10.5	2	97COL76	13.05.97
F	ökoTech	gluatmugl 6.3	2	97COL76	13.05.97
F	ökoTech	gluatmugl 8.4	2	97COL76	13.05.97
F	ökoTech	gluatmugl EURO 3	2	97COL76	13.05.97
R	Örtli	SUN 2000 5R	6	46-01/D	23.08.01
R	Paradigma Ritter	CPC 12 OEM	3	C444	Mrz 01
R	Paradigma Ritter	CPC 14 Star azzurro	2	00COL193	12.03.01
R	Paradigma Ritter	CPC 18 OEM	3	C444	Mrz 01
R	Paradigma Ritter	CPC 21 Star azzurro	2	00COL193	12.03.01
R	Paradigma Ritter	CPC 30 Star azzurro	2	00COL193	12.03.01
R	Paradigma Ritter	CPC 45 Star azzurro	2	00COL193	12.03.01
F	Paradigma Ritter	Solar 350	2	96COL64	23.10.96
F	Paradigma Ritter	Solar 500	2	96COL64	23.10.96
F	Paradigma Ritter	Solar 600	2	96COL64	23.10.96
F	Paradigma Ritter	Solar 750	2	96COL64	23.10.96
R	Paradigma Ritter	Vakuum CPC 14 Star	2	99COL147	17.06.99
R	Paradigma Ritter	Vakuum CPC 21 Star	2	99COL147	17.06.99
F	Phönix solar projekt	Phönix A '97	2	96COL42	07.03.96
F	Phönix solar projekt	Phönix B '97	2	96COL58	16.09.96
F	Phönix solar projekt	Phönix C '97 350	1	1167243	18.01.93
F	Phönix solar projekt	Phönix C '97 500	1	1167243	18.01.93
F	Phönix solar projekt	Phönix C '97 600	1	1167243	18.01.93
F	Phönix solar projekt	Phönix C '97 750	1	1167243	18.01.93
F	Phönix solar projekt	Phönix-Mega	1	140S98074	18.12.98

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
R	Phönix SonnenWärme AG	CPC 12	3	C444	Mrz 01
R	Phönix SonnenWärme AG	CPC 18	3	C444	Mrz 01
F	Phönix SonnenWärme AG	Infinity 2	6	16-00/D	23.08.00
F	Phönix SonnenWärme AG	K 323	6	16-00/D	03.07.00
R	Phönix SonnenWärme AG	VRSK-5R	3	C238	Dez 97
F	Pro Solar Energietechnik	ECO 2000	4	97_01a	1997
F	Pro Solar Energietechnik	ECO Plus	4	97_01a	1997
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2050 2-er Modul	7	11015-1.2	28.02.01
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2050 3-er Modul	7	11015-1.2	28.02.01
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2050 4-er Modul	7	11015-1.2	28.02.01
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2050 5-er Modul	7	11015-1.2	28.02.01
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2170	4	KT01_04	2001
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2170 Black Crystal II	4	KT98_05	1998
F	Pro Solar Energietechnik	ps 2300 InLine	4	KT99_06	1999
F	Pro Solar Energietechnik	ps 9300 StarLine	4	KT99_07	1999
R	Pro Solar Energietechnik	VacuLine	3	C444	Mrz 01
F	reflex Winkelmann+Pannhoff	Ecoselect-Optima-FK624N	5	KTb 2000-12	11.07.00
F	reflex Winkelmann+Pannhoff	Ecoselect-Reflex-FK624N	5	KTb 2000-14	11.07.00
F	reflex Winkelmann+Pannhoff	Tinox-Optima-FK624N	5	KTb 2000-13	11.07.00
F	reflex Winkelmann+Pannhoff	Tinox-Reflex-FK624N	5	KTb 2000-15	11.07.00
F	Reichherzer	STA 18 q	3	C55	Jan 93
F	Reichherzer	STA 23 q	3	C55	Jan 93
F	Reichherzer	STA 43 q	3	C55	Jan 93
F	RETEC	RETEC-TWD	1	28600215	09.06.94
F	Roto Frank Bauelemente	RSK 7 11/14	2	00COL179	25.04.00
F	Roto Frank Bauelemente	RSK 7 18/14	2	00COL179	25.04.00
F	Roto Frank Bauelemente	RSK 7 22/14	2	00COL179	25.04.00
F	Roto Frank Bauelemente	RSK 7 9/14	2	00COL179	25.04.00
F	Rüesch Solartechnik	Terza	3	C375	Mai 00
F	SCHÜCO International	SchücoSol	2	01COL211	13.03.01
F	Sieger	Malaga 2.0	2	00COL199	03.11.00
F	Sieger	Rubin	2	96COL57	1996
F	Solahart Industries Pty Ltd	Bo	2	00COL204	19.12.00
F	Solahart Industries Pty Ltd	Mo	2	00COL205	19.12.00
F	Solar Diamant Systemtechnik	Diamant SKS 2.0 s	2	97COL85	1997
F	Solar Diamant Systemtechnik	Rubin	2	96COL57	1996

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	Solar Energie Technik GmbH	A2	2	94COL06	14.10.94
F	Solar Energie Technik GmbH	A2 F	3	C89	Jan 94
F	Solar Energie-Technik GmbH	A1-Solar Roof	3	C256	Mai 00
F	Solar Energie-Technik GmbH	A2-Solar Roof	3	C257	Mai 98
F	Solar Energie-Technik GmbH	D2	3	C259	Mai 98
F	Solar-Einkaufsgesellschaft	GFK 6	3	C151	Jan 96
F	Solar-Einkaufsgesellschaft	Solar EK/HS	3	C133	Dez 94
R	SOLARvent	V1/16	3	C373	Dez 99
R	SOLARvent	V1/8	3	C373	Dez 99
R	SOLARvent	V2/16	3	C181	Jan 96
R	SOLARvent	V2/4	3	C181	Jan 96
R	SOLARvent	V2/8	3	C181	Jan 96
R	SOLARvent	V5/16	3	C196	Jul 96
R	SOLARvent	V5/8	3	C196	Jul 96
R	Solatherm GmbH	Mazdon 20	3	C369	Sep 99
R	Solatherm GmbH	Mazdon 30	3	C369	Sep 99
R	Solatherm GmbH	Solamax 20	2	99COL149	01.06.99
R	Solatherm GmbH	Solamax 30	2	99COL149	01.06.99
F	Soltec AG	Alu	3	C187	Jan 96
F	Soltec AG	Integra	3	C205	Jul 96
F	Soltec AG	Ligna	3	C283	Sep 00
F	SOLTOP Schuppisser AG	Cobra	3	C436	Jan 01
F	SOLTOP Schuppisser AG	Cobra X	3	C442	Jan 01
F	SOLution Solartechnik GmbH	SMK6	7	11015-1.1	28.09.00
F	SOLution Solartechnik GmbH	SUK 27-1	7	11015-2.1	17.10.00
F	Solvis Energiesysteme	SolvisCala C-22	2	01SIM65	06.04.01
F	Solvis Energiesysteme	SolvisFera F-55	6	18-01/D	30.05.01
F	Solvis Energiesysteme	SolvisFera F-65	6	18-01/D	30.05.01
F	Solvis Energiesysteme	SolvisFera F-80	6	18-01/D	30.05.01
R	Solvis Energiesysteme	SolvisLuna LU-15S-CPC	3	C344	Nov 99
F	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	GK	7	11014	15.09.00
F	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	IDK	3	C94	Jan 96
F	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	IDMK	5	KTb 2000-08a	13.06.00
F	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	IMK	2	98COL114	15.07.98
F	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	SK 500 N	7	10051-2.2	29.02.00
R	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	VK 29	3	C344	Nov 99

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	Stefan Nau GmbH	Blue Energy 2000	2	99COL170	01.03.00
F	Stefan Nau GmbH	Energy 2000	2	99COL169	01.03.00
R	Stefan Nau GmbH	Variolux	3	C239	Jul 97
F	Stefan Nau GmbH	VarioSOL	3	C146	Jan 96
F	Stefan Nau GmbH	VarioSUN	3	C248	Jul 97
F	Stiebel Eltron	SOL 170 A	3	C154	Jan 96
R	Stiebel Eltron	SOL 200 A	6	33-96/P	20.11.96
R	Stiebel Eltron	SOL 300 A	6	33-96/P	20.11.96
F	Storchenstrasse	Heiwason	3	C266	Mai 00
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 1-16	3	C373	Dez 99
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 1-4	3	C373	Dez 99
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 1-8	3	C373	Dez 99
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 2-16	3	C181	Jan 96
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 2-4	3	C181	Jan 96
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 2-8	3	C181	Jan 96
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 5-16	3	C196	Jul 96
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 5-4	3	C196	Jul 96
R	Sunda Solartechnik GmbH	Seido 5-8	3	C196	Jul 96
F	SUN-PRO GmbH	Solar HFK	2	98COL130	04.11.98
F	SUNSET Energietechnik GmbH	CC-A (CR-100)	3	C155	Dez 97
F	SUNSET Energietechnik GmbH	CC-A/F (CR-120)	3	C286	Sep 98
F	Teufel&Schwarz	Eurosol Fa Fi	2	01COL213	30.07.01
F	thermo solar Vertrieb	HELIOSTAR 300 N 1	3	C50	Jul 96
F	thermo solar Vertrieb	HELIOSTAR 400 V-A	3	C75	Jan 96
F	ThermoLUX GmbH	FK 175 (Sunselect)	4	KT00_01	15.05.01
R	ThermoLUX GmbH	LUX2000 5R (Schwarzchrom)	4	KT97_03	12.09.97
R	ThermoLUX GmbH	LUX2000 5R (Sunselect)	6	46-01/D	23.08.01
R	ThermoLUX GmbH	LUX2000 6R (Schwarzchrom)	3	C239	Jul 97
R	ThermoLUX GmbH	LUX2000 6R (Sunselect)	4	KT00_02	Sep 00
F	ThermoLUX GmbH	LUX2000 FK175 (Schwarzchrom)	3	C149	Jan 95
R	ThermoLUX GmbH	LUX2000 HP (Schwarzchrom)	4	KT99_02	18.08.99
F	Thüsol GmbH	Thüsol 2.0	3	C287	Mai 98
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR Es 24	5	KTB99021	03.12.99
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR II Blue	2	01COL208	27.02.01
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR II Gold	2	01COL207	27.02.01

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR Sc 24	6	44-99/D	04.11.99
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR Si 24	6	44-99/D	04.11.99
F	UFE SOLAR GmbH	ECOSTAR Tx 24	6	48-99/D	04.11.99
F	UFE SOLAR GmbH	EUROSTAR Es 24	5	KTB99022	03.12.99
F	UFE SOLAR GmbH	EUROSTAR Sc 24	6	07-97/D	16.12.97
F	UFE SOLAR GmbH	EUROSTAR Si 24	6	11-99/D	18.03.99
F	UFE SOLAR GmbH	EUROSTAR Tx 24	6	08-97/D	16.12.97
R	UFE SOLAR GmbH	VACCUSTAR CPC 21	2	99COL148	17.06.99
F	Vaillant GmbH	VFK/2	6	13-01/D	18.05.01
F	VAMA Euroklima	heliosorber ADC	6	03-98/D	16.03.00
F	VELUX	CLI M08 1000	4	KT00_07	27.11.00
F	VELUX	CLI S06 1000	4	KT00_07	27.11.00
F	VELUX	CLI S08 1000	4	KT00_07	27.11.00
F	VELUX	CLI U10 1000	4	KT00_07	27.11.00
F	Viessmann-Werke	Vitosol 100 s/w 1,7	6	19-99/D	12.05.99
F	Viessmann-Werke	Vitosol 100 s/w 2,5	6	16-98/D	11.01.99
R	Viessmann-Werke	Vitosol 200 D 20	6	27-98/D	04.05.99
R	Viessmann-Werke	Vitosol 200 D 30	6	27-98/D	04.05.99
R	Viessmann-Werke	Vitosol 300 H 20	6	29-98/D	04.05.99
R	Viessmann-Werke	Vitosol 300 H 30	6	29-98/D	04.05.99
R	Viva Solar GmbH	VIVA CPC 14	2	99COL148	17.06.99
R	Viva Solar GmbH	VIVA CPC 21	2	99COL148	17.06.99
F	Viva Solar GmbH	VIVA MAX VS	6	27-99/D	14.07.99
F	Wagner & CO	EURO C 20	3	C268	18.08.99
F	Wagner & CO	EURO C 20 AR	6	15-01/D	18.05.01
F	Wagner & CO	EURO C 20 HT	3	C268	18.08.99
F	Wagner & CO	EURO C 20 HTF	6	13-01/D	18.05.01
F	Wagner & CO	LB 5	2	94COL11	14.10.94
F	Wagner & CO	LB 5 HT	8	SR-0032	2000
F	Wagner & CO	LB 5 mit Antireflexglas	8	SR-0032	2000
F	Wagner & CO	LB 64	2	94COL11	14.10.94
F	Wagner & CO	LB 64 HT	8	SR-0032	2000
F	Wagner & CO	LB 64 mit Antireflexglas	8	SR-0032	2000
F	Wagner & CO	LB 76	2	94COL11	14.10.94
F	Wagner & CO	LB 76 HT	8	SR-0032	2000
F	Wagner & CO	LB 76 mit Antireflexglas	8	SR-0032	2000

Art*	Hersteller	Typ	Prüf- inst. **	Prüfbericht	Bericht vom
R	Wagner & CO	VACO CP 7	2	99COL148	17.06.99
F	Werner Senghas Solarsysteme	Optimasol	3	C203	Dez 97
F	Werner Senghas Solarsysteme	Optimasol 2,1 Cu	3	C467	Mai 01
F	WIKORA GmbH	WIKOSOL 2002-Ti	3	C494	Aug 01
F	Wolf GmbH	TopSon TX	2	98COL117	08.07.98

*	A	Absorbermatte	**	1	TÜV	5	ISE Freiburg
	F	Flachkollektor		2	ITW Stuttgart	6	ISFH Emmerthal
	R	Röhrenkollektor		3	SPF Rapperswil	7	arsenal Wien
				4	HTW Saarbrücken	8	weitere

Literatur zum Thema Solarthermie

Duffie, J.A., Beckman, W.A.: Solar engineering of thermal processes. John Wiley & Sons New York 1991

Eicker, U.: Solare Technologien für Gebäude. B.G. Teubner Verlag 2001

Leitfaden Solarthermische Anlagen. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie 2001

Remmers, K.-H.: Große Solaranlagen. Solarpraxis Berlin 2000

Müller, F.O.: Aktive thermische Solartechnik in mitteleuropäischen Breiten. Energie-Technik Müller Satteldorf 1993

Peuser, F.A., Remmers, K.-H., Schnauss, M.: Langzeiterfahrung Solarthermie. Solarpraxis Berlin 2001

So baue ich eine Solaranlage. Fa. Wagner & Co., Marburg / Cölbe 1996

DVGW Arbeitsblatt W551: Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen - Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. Bonn 1993

VDI 2067: Richtlinie Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen. VDI Verlag Düsseldorf

Schüle, R., Ufheil, M., Neumann, C.: Thermische Solaranlagen Marktübersicht Ökobuch Verlag Staufen b. Freiburg 1997

Index

A			
Abbruch	53	Betriebsweise	82
Abdeckung	83	Betriebszeit	82
Amortisationszeit	10	Betriebszeiten	51, 52, 74
Anbindung Kollektorkreis	58, 81	Bezugsfläche	61
Anlage		Bibliotheken	2
Groß-	85	Bilanzierung	5
Parametrierung	49	Brennstoff	9
Schwimmbad-	78	Brennstoffeinsparung	30
Standard-	54	Brennstoffpreis	30
Anlagenkonfiguration	1	Bruttofläche	61
Anlagenschema	13, 16	C	
Anlagensysteme	16	CO ₂ -Emissionen	6
Annuitätsfaktor	10	D	
Arbeitsverzeichnisse	15	Dämmung	61
Aufstellung	60	Deckung	10
Aufstellwinkel	60	Deckungsanteil	7
Aufzeichnungsintervall	28	Durchfluss	73
Auslegung	25	E	
Auslegungsassistent	16, 26	Eigenschaften	23
Ausrichtung	60	Eingabefelder	15
Ausspeisung	9	Einsparungen	30, 53
Auswählen	53	Einspeisung	9
Azimutwinkel	60	Energie	84
B		abgeführte	5
Barwert	9, 10	vom Solarsystem abgegebene	7
Becken	83	zugeführte	5
Bedienungshinweise	13	Energiebilanz	5
Beimischventil	76, 89, 90	Energieförderung	9
Beispiele	33	Energieverbrauch	6
Bel. Kollektor oben	72	Ergebnisse	2, 30
Bel. Kollektor unten	72	Ertrag	
Benutzeroberfläche	13	solarer	30, 84
Berechnungsgrundlagen	5	F	
Bereitschaftsspeicher	68	Festlegungen	15
Betriebskosten	9, 29	Firmenlogo	16
Betriebssystem	3	Fliesenfarbe	83

Fließgeschwindigkeit	61	Komponenten	53, 58, 76, 81, 88
Förderung	29	Kontrollkästchen	15
Fremdfinanzierung	30	Konversionsfaktor	62
Fremdkapital	30	Kreditzins	30
Fremdwärme	52	Kurzanleitung	25
G		Kurzbericht	31
Grafikausgabe	91	L	
Menü	93	Ladezeit	68, 76
Oberfläche	91	Lastgang	50
Symbolleiste	92	Laufzeit	30
Großanlagen	85	Lebensdauer	29
Grundversion	16	Legionellenschaltung	53, 77
H		Leistungsumfang	1
Hardware	3	Lizenzierung	3
Hauptdialog	27, 53	M	
Heizkreis	75	Menüleiste	14
Heizstab	68, 69	METEONORM	49
Heizwärmebedarf	52	Monitor	3
Hinweiszeile	13	N	
horiz ^{ON}	66	Nachheizung	82
Horizont	63	Nachheizung biv.	72
I		Nennweite	61
Installation	3	Nutzungsgrad	74
Investitionen	29	Nutzungsgrade	7
Investitionskosten	9	O	
J		Oberfläche	83
Jahresenergiebedarf	50	Optionsfelder	15
K		P	
Kaltwasserbeimischung	73	Parameter	23, 29, 50, 53, 59, 67, 69, 74, 82
Kaltwassertemperatur	50	Eingabe	27
Kapitalwert	9	Preissteigerungsrate	29
Kapitalzinssatz	29	Programm-Icon	4
kA–Wert	76	Programminstallation	3
Kesselnutzungsgrad	74	Programmkonzept	1
Kollektor	61	Projekt	
Kollektorfeld	59	bearbeiten	23
Kollektorkreis	58	neu	25
Kollektorkreisnutzungsgrad	7	Projektbericht	16, 31

Projektdaten	25
Pumpe	59, 77, 89

R

Rate	30
Raumklima	84
Referenzanlage	53
Reg. Nachheizung	72
Regelung	81
Regelung	53, 54, 56, 57, 58, 59, 68, 69, 70, 76, 88, 89, 90
Rohrdurchmesser	61

S

Schadstoffberechnungen	53
Schaltflächen	15
Schichtenladevorrichtung	67
Schrift	3
Schwimmbad	82
Schwimmbadanlagen	78
Schwimmbadberechnung	10
Schwimmbadmodul	19
Schwimmbadtemperatur	83
Schwimmbadwärmebedarf	10
Simulation	2, 28
Simulationsintervall	28
Simulationszeitraum	28
Software	3
Solarspeicher	68
Solltemperatur	11, 50, 83
Speicher	66
bivalenter Warmwasser-	69
Heizungspuffer-	71
Kombi-	70
Kombi- mit internem Wärmetauscher	71
Kombi- Tank im Tank	71
monovalenter Warmwasser-	67
Puffer- mit externem Wärmetauscher	72
Warmwasser- mit externem Wärmetauscher	73
Speicherbetrieb	9

Speichermodell	9
Speicherumschichtung	53
Standardanlagen	54
Strahlungsmodell	6
Strahlungsprozessor	6
Symbolleiste	14
SysCat-Anlagen	85
SysCat-Modul	21
Systemauswahl	26
Systemnutzungsgrad	7

T

Tagesverbrauch	50
Temperatur	77
Temperaturspreizung	50
Temperaturveränderung	5
Textverarbeitungsprogramm	16
Trinkwasser	73

Ü

Überblick	1
-----------	---

U

Umgebung	83
Umlenkventil	70, 71

V

Variante	
neu	28
Variantennamen	53
Verbrauchsprofil	50, 51
Verrohrung	60, 61
Verschattung	60, 63
einzelne Objekte	65
Horizont	63
Verschattungsdateien	66
Visualisierung	28
Volumenstrom	58, 76, 88, 89, 90
Voraussetzungen	3
Vorgaben	49, 53
Vorgabenleiste	14
Vorrangschaltung	53

W			
Wärmebedarf	52	deaktivieren	52
Wärmedämmung	61	Wetterdatei	16
Wärmedurchgangskoeffizient	63	Wetterdaten	49
Wärmekapazität	5, 63	Windschutzvorrichtungen	83
Wärmeleitzahl	61	Winkelkorrekturfaktoren	62
Wärmepreis	10	Wirtschaftlichkeitsberechnung	2, 9, 16, 29
Wärmetauscher	67, 71	WT/Tank	71
externer	76	Z	
Wärmeträgermedium	58	Zeitpunkt	77
Warmwasserbereitung	76	Zirkulation	50
Warmwasserverbraucher	50	Zusatzheizung	74